COMPTES RENDUS

DES SÉANCES

DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU MARDI 2 NOVEMBRE 1875.

PRÉSIDENCE DE M. FREMY.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

GÉOMÉTRIE. — *Détermination de la classe de courbes enveloppes qui se présentent dans les questions d'égalité de grandeur de deux segments faits sur des tangentes de courbes géométriques ;* par M. CHASLES.

« La condition d'égalité de deux segments sur des tangentes de courbes peut donner lieu à de nombreuses questions de *courbes enveloppes* dont il y ait à déterminer la classe. La méthode de correspondance s'applique à ces questions d'une manière générale et avec la même facilité que pour *l'ordre des lieux géométriques.*

» Or, il est plusieurs de ces questions dans lesquelles la classe d'une courbe enveloppe se peut conclure immédiatement, sans démonstration nouvelle, de l'ordre même d'un lieu géométrique que l'on a déjà déterminé. Cela peut se présenter quand, dans les données d'une question, entrent les tangentes d'une certaine courbe dont le point de contact n'est pas l'origine d'un des segments que l'on a à considérer. Alors on prend pour donnée l'ordre même du lieu géométrique que l'on a eu à déterminer, et la classe de la courbe cherchée peut s'en conclure.

» Je me propose de traiter d'abord ces questions, parce que la démonstration directe de la classe cherchée, démonstration toujours extrêmement simple, sera une nouvelle confirmation des théorèmes de lieux géométriques déjà démontrés, ce qui ajoutera à la confiance qu'on peut avoir déjà dans la sûreté et l'étendue des ressources que renferme la méthode de correspondance.

» Toutes les questions dont il s'agit ici sont de celles qui sont inaccessibles aux méthodes analytiques, comme le sont du reste la plupart des questions générales concernant les courbes. Je rappellerai aussi que la méthode de correspondance se peut appliquer, pour un même théorème, de plusieurs manières différentes, en établissant la correspondance sur une des courbes, supposée unicursale, qui se trouvent dans l'énoncé de la question, soit qu'il s'agisse d'un lieu géométrique ou d'une courbe enveloppe. Cette fécondité, inhérente à la méthode, et dont on n'a d'exemple, je crois, dans aucune autre, semble être un caractère de l'intimité qui existe entre le théorème unique qui constitue cette méthode et la théorie générale des courbes.

» Je passe aux théorèmes qui font le sujet de cette Communication. J'indiquerai pour chaque énoncé le théorème antérieur auquel il se rapporte.

» XLVII. *De chaque point* a' *d'une courbe* U_{m_1} *on mène une tangente* $a'\theta$ *à une courbe* $U^{n'}$ *et des droites* $a'a$ *égales à cette tangente et ayant leurs extrémités* a *sur une courbe* U_m : *les droites* θa *enveloppent une courbe de la classe* $mm_1(3m'+n')$. [XII, p. 644].

$$\left.\begin{array}{ll} \text{IX}, & m'm_1\,2m \\ \text{IU}, & m(2m'+n')m_1 \end{array}\quad\begin{array}{l}\text{IU}\\ \text{IX}\end{array}\right|\; mm_1(4m'+n').$$

» Il y a $mm'm_1$ solutions étrangères dues aux droites IX qui passent par les mm_1 points d'intersection de U_m et $U^{n'}$. Il reste $mm_1(3m'+n')$.

» Donc, etc.

» Voici comment le théorème se peut conclure du théorème XII. D'après celui-ci, lorsqu'une droite $\theta\theta'$, partant d'un point θ d'une courbe $U^{n'}$ et tangente à une courbe $U^{n''}$, rencontre une courbe U_m en un point a, si l'on prend sur la tangente du point θ un segment θx égal à la distance de son point x au point a, le lieu du point x est une courbe d'ordre $mn''(3m'+n')$. Cette courbe a $mn''(3m'+n')m_1$ points sur une courbe générale d'ordre m_1, c'est-à-dire sur une courbe quelconque d'ordre m_1 indépendante des données de la question. On peut donc dire, réciproquement, que si, de chaque point a' d'une courbe générale d'ordre m_1, on mène une tangente $a'\theta$ de $U^{n'}$ et une droite $a'a$, terminée à un point a d'une courbe U_m et égale à la tangente $a'\theta$, il y aura $mm_1n''(3m'+n')$ droites $a'a$, tangentes à la courbe $U^{n''}$. Or, celle-ci est indépendante des données de

la question; il s'ensuit donc que la courbe enveloppe de la droite θa est de la classe $mm_1(3m'+n')$. Ce qu'il fallait prouver.

» Ce raisonnement général s'applique à toutes les questions qui vont suivre.

» XLVIII. *De chaque point* a *d'une courbe* U_m *on mène une tangente* $a\theta'$ *à une courbe* $U^{n''}$, *et du point de contact on mène* $2m_1$ *droites* $\theta'a'$ *terminées à une courbe* U_{m_1}, *et égales à la tangente* $a\theta'$: *les droites qui joignent le point* a *aux points* a' *enveloppent une courbe de la classe* $mm_1(m''+3n'')$. [XIII, p. 356.]

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & mn''2m_1 & IU \\ IU, & m_1(m''+2n'') & IX \end{array}\right| mm_1(m''+4n'').$$

» Il y a mm_1n'' solutions étrangères, dues aux droites IX qui passent par les mm_1 points d'intersection de U_m et U_{m_1}. Il reste $mm_1(m''+3n'')$. Donc, etc.

» XLIX. *De chaque point* a' *de* U_{m_1} *on mène les tangentes* $a'\theta$ *de* $U^{n'}$, *et des droites* a'a *terminées à* U_m *et égales à ces tangentes : ces droites enveloppent une courbe de la classe* $mm_1(2m'+3n')$. [XVI, p. 357.]

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m_1n'2m & IU \\ IU, & m(2m'+n')m_1 & IX \end{array}\right| mm_1(2m'+3n').$$

» L. *Si en chaque point* θ *d'une courbe* $U^{n'}$ *on mène la tangente* $\theta a'$ *terminée en* a' *à une courbe* U_{m_1}, *et que du même point* θ *on mène* 2m *droites* θa *terminées à une courbe* U_m : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $mm_1(3m'+2n')$. [XVII, p. 645.]

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m'm_12m & IU \\ IU, & m(m'+2n')m_1 & IX \end{array}\right| mm_1(3m'+2n'). \text{ Donc, etc.}$$

» LI. *De chaque point* a' *d'une courbe* U_{m_1} *on mène une tangente* $a'\theta$ *à une courbe* $U^{n'}$, *et l'on prend sur une courbe* U_m *les points* a *d'où l'on peut mener à une courbe* $U^{n'''}$ *des tangentes* $a\theta''$ *égales à la tangente* $a'\theta$: *les droites* a'a *enveloppent une courbe de la classe* $2mm_1(m'n'''+m'''n'+2n'n''')$. [XX, p. 357.]

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m_1n'(2m'''+2n''')m & IU \\ IU, & mn'''(2m'+2n')m_1 & IX \end{array}\right| 2mm_1(m'n'''+m'''n'+2n'n'''). \text{ Donc, etc.}$$

» LII. *On mène de chaque point* a' *d'une courbe* U_{m_1} *les tangentes* $a'\theta'$ *d'une courbe* $U^{n''}$, *puis des points de contact* θ' *on mène les tangentes* $\theta'\theta''$ *d'une courbe* $U^{n'''}$, *et des droites* $\theta'a$ *égales à ces tangentes et terminées à des points* a *d'une courbe* U_m : *les droites* aa', *menées de ces points au point* a' *de* U_{m_1}, *enveloppent une courbe de la classe* $mm_1(2m''m'''+2n''n'''+m''n''')$. [XXII, p. 358.]

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m(2m'''+2n''')m''m_1 & IU \\ IU, & m_1n''n'''2m & IX \end{array}\right| . \text{ Donc, etc.}$$

» LIII. *De chaque point* a″ *d'une courbe* U_{m_2} *on mène une tangente* a″θ *à une courbe* $U^{n'}$, *et des droites* a″aa′ *sur lesquelles deux courbes* U_m, U_{m_1} *font des segments* aa′ *égaux à la tangente* a″θ : *ces droites enveloppent une courbe de la classe* $2mm_1m_2(m'+3n')$. [XXIV, p. 358.]

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m_2 n' 4 m m_1 & IU \\ IU, & m 2 m_2 (m'+2n') m & IX \end{array}\right| .\ \text{Donc, etc.}$$

» LIV. *De chaque point* a_1 *d'une courbe* U_{m_1} *on mène une tangente* a′a *d'une courbe* $U^{n'}$, *et du point de contact* θ *on mène des droites* θa *à des points* θ *d'une courbe* U_m *de chacun desquels on peut mener à une courbe* $U^{n'''}$ *une tangente* aθ″ *égale à la tangente* $a_1\theta$: *ces droites* θa *enveloppent une courbe de la classe* $2mm_1(m'm'''+2m'n'''+n'm''')$. [XXXVIII, p. 647.]

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m' m_1 (2m'''+2n''') m & IU \\ IU, & m n''' (2m'+2n') m_1 & IX \end{array}\right| .\ \text{Donc, etc.}$$

» LV. *D'un point* a′ *d'une courbe* U_{m_1} *on mène une tangente* a′θ *à une courbe* $U^{n'}$, *puis on prend sur une courbe* U_m *les* $(2m'''+n''')m$ *points* a *d'où l'on mène à une courbe* $U^{n'''}$ *une tangente* aθ″ *égale à la distance du point* a *au point* a′ : *les droites menées de ces points* a *au point* θ *de* $U^{n'}$ *enveloppent une courbe de la classe* $mm_1(2m'm'''+m'n'''+2n'm''')$. [XXXIX, p. 647.]

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m' m_1 (2m'''+n''') m & IU \\ IU, & m n''' 2 m_1 n' & IX \end{array}\right| .\ \text{Donc, etc.}$$

» LVI. *On a cinq courbes* $U^{n'}$, $U^{n'''}$, $U^{n^{IV}}$, U_m, U_{m_1} ; *de chaque point* a′ *de* U_{m_1} *on mène les tangentes* a′θ″ *de* $U^{n'''}$, *et une tangente* a′θ *de* $U^{n'}$; *puis du point de contact de* θ *on mène les droites* θa *aux points* a *de* U_m *de chacun desquels on peut mener à* $U^{n^{IV}}$ *une tangente* aθ‴ *égale à une des tangentes* a′θ″ *menée du point* a′ *à* $U^{n'''}$: *ces droites* θa *enveloppent une courbe de la classe*

$$2mm_1[m'n'''(m^{IV}+n^{IV})+n'n^{IV}(m'''+n''')].\ [XLIV, p. 648.]$$

$$\left.\begin{array}{ll} IX, & m' m_1 n''' (2n^{IV}+n^{IV}) m \\ IU, & m n^{IV} (2m'''+2n''') m_1 n' \end{array}\right| .\ \text{Donc, etc.}$$

» LVII. *On a cinq courbes* $U^{n'}$, $U^{n'''}$, U_m, U_{m_1}, U_{m_2}; *on mène d'un point* a″ *de* U_{m_2} *une tangente* a″θ *de* $U^{n'}$, *puis les tangentes* θ″a *de* $U^{n''}$, *qui, terminées en* a′ *sur* U_{m_1}, *sont égales à la tangente* a″θ; *ces tangentes* a′θ″ *rencontrent* U_m *en des points* a : *les droites menées de ces points* a *au point* a″ *de* U_{m_2} *enveloppent une courbe de la classe* $2mm_1m_2(m'n'''+m'''n'+2n'n''')$. [XLV, p. 649.]

$$\left.\begin{array}{lll} IX, & m_2 n' (2m'''+2n''') m_1 m & IU \\ IU, & m n'' m_1 (2m'+2n') m_2 & IX \end{array}\right| .\ \text{Donc, etc.}$$

» LVIII. *On a cinq courbes* $U^{n'}$, $U^{n'''}$, U^{IV}, U_m, U_{m_1}; *on mène de chaque point* a *de* U_m *une tangente* $a\theta$ *de* $U^{n''}$, *puis les tangentes* $\theta'''\theta'$ *de* $U^{n^{IV}}$, *qui, terminées en des points* θ'' *de* $U^{n'''}$, *sont égales à la tangente* $a\theta$; *les tangentes de* $U^{n'''}$ *en ses points* θ'' *rencontrent* U_{m_1} *en des points* a' : *les droites menées de ces points* a' *au point* a *de* U_m *enveloppent une courbe de la classe*

$$2mm_1[m'''n'(m^{IV}+n^{IV})+n'''n^{IV}(m'+n')].$$ [XLVI, p. 649.]

IX,	$mn'(2m^{IV}+2n^{IV})m'''m_1$	IU	. Donc, etc.
IU,	$m_1n'''n^{IV}(2m'+2n')m$	IX	

» J'ai annoncé que tous ces théorèmes, démontrés par la correspondance de deux droites IX, IU autour d'un point fixe peuvent l'être par la correspondance de deux points sur l'une des courbes de la question, supposée unicursale. Je vais en donner un exemple pour chacun des théorèmes, en indiquant simplement la courbe sur laquelle se fait la correspondance.

XLVII.	$U^{n'}$.	θ,	$m_1\,2mm'$	θ_1	$mm_1(4m'+n')$.
		θ_1,	$m(2m'+n')m_1$	θ	
XLVIII.	U_m,	a,	$n''\,2m_1\,n'$	α	$mm_1(m''+4n'')$.
		α,	$m'(m''+2n'')m$	a	
XLIX.	U_m,	a,	$n'\,2m_1\,m$	α	$mm_1(2m'+3n')$.
		α,	$m_1(2m'+n')m$	a	
L.	$U^{n'}$,	θ,	$m\,2m_1\,m'$	θ_1	$mm_1(3m'+2n')$.
		θ_1,	$m_1(m'+2n')m$	θ	
LI.	U_{m_1},	a',	$n'(2m'''+2n''')mm_1$	α'	. Donc, etc.
		α',	$mn'''(2m'+2n')m_1$	a'	
LII.	$U^{n''}$,	θ',	$n'''\,2mm_1\,n''$	θ'_1	. Donc, etc.
		θ'_1,	$m_1m(2m'''+2n''')m''$	θ'	
LIII.	U_{m_2},	a'',	$n'\,4mm_1\,m_2$	α''	. Donc, etc.
		α'',	$mm_1(2m'+2n')m_2$	a''	
LIV.	U_m,	a,	$n'''(2m'+2n')m_1m$	α	. Donc, etc.
		α,	$m'm_1(m'm'''+2n''')m$	a	
LV.	$U^{n'}$,	θ,	$m_1(2m'''+n''')mm'$	θ_1	. Donc, etc.
		θ_1,	$mn'''\,2m_1\,n'$	θ	
LVI.	U_{m_1},	a',	$n'''(2m^{IV}+2n^{IV})mm'm_1$	α'	. Donc, etc.
		α',	$n'mn^{IV}(2m'''+2n''')m_1$	a'	

LVII.	U_{m},	a,	$n'''m_1(2m'+2n')m_2m$	α	. Donc, etc.
		α,	$m_2n'(2m'''+2n''')m_1m$	a	
LVIII.	$U^{n''}$,	θ'',	$n^{\text{IV}}(2m'+2n')mm_1n'''$	θ''_1	. Donc, etc. »
		θ''_1,	$m_1mn'(2m^{\text{IV}}+2n^{\text{IV}})m'''$	θ''	

MÉCANIQUE APPLIQUÉE. — *Note sur la voiture à vapeur de M.* Bollée, *du Mans;* par M. **Tresca.**

« La circulation, sur plusieurs points de la ville de Paris, d'une nouvelle voiture à vapeur ayant attiré l'attention publique dans ces derniers jours, nous avons pensé que l'Académie connaîtrait volontiers les données certaines que nous avons recueillies sur cette machine, qui a été construite dans des conditions toutes particulières et pour satisfaire à une vue personnelle. M. Amédée Bollée, constructeur au Mans, l'a combinée pour voiture de famille, à l'aide de laquelle il pût faire ses courses, conduire ses matériaux à la gare du chemin de fer et lui servir même de voiture de chasse et de voyage. C'est ainsi qu'il est arrivé à Paris en dix-huit heures, et qu'après y avoir fait seulement quelques courses de 15 à 25 kilomètres il est retourné au Mans, en passant par Vendôme, où l'un de mes fils a voyagé assez longtemps avec lui pour compléter les renseignements que j'avais obtenus à Paris pendant deux de ses excursions.

» La voiture, avec ses provisions d'eau et de charbon, pèse 4000 kilogrammes, 4800 kilogrammes avec ses douze voyageurs. Ce poids est porté, savoir : 3500 kilogrammes sur les deux roues motrices, de $1^{\text{m}},18$ de diamètre, et de $0^{\text{m}},12$ de largeur de jante, et les 1300 kilogrammes restants sur les deux roues d'avant-train, de $0^{\text{m}},95$ de diamètre. Chaque roue est comprise entre deux paires de ressorts, aussi rapprochés que possible du moyeu, de manière à diminuer la portée de la charge sur l'essieu, réduit ainsi à de plus petites dimensions. Les deux roues motrices sont folles sur l'essieu d'arrière; les deux roues d'avant sont plus indépendantes encore l'une de l'autre, et l'appareil de manœuvre est ainsi disposé que ces deux roues prennent chacune, lorsqu'il s'agit de tourner très-court, une direction perpendiculaire à la ligne qui joindrait son point de contact avec le sol au centre autour duquel le conducteur voudrait opérer la rotation de tout le véhicule. Cette indépendance des quatre roues, et surtout cette propriété de l'avant-train, assurent au véhicule une sûreté et une facilité d'évolution qui n'avaient pas encore été atteintes.

» A l'arrière se trouve la chaudière verticale du système Field, à rapide

mise en feu, d'un diamètre extérieur de $0^m,80$, de 1 mètre de hauteur, renfermant 194 tubes de circulation d'eau de 27 millimètres de diamètre. Elle alimente quatre cylindres groupés deux par deux entre les roues, sous un angle de 45 degrés, chacun des deux groupes commandant un arbre spécial, qui agit, à l'aide d'un engrenage et d'une chaîne sans fin, sur la roue motrice correspondante.

» Les pistons, de $0^m,10$ de diamètre et de $0^m,16$ de course, développent ensemble un volume de 5 litres par tour de l'arbre intermédiaire, volume qui, comparé à la dépense effective de l'eau d'alimentation, suffit à montrer que les pertes par fuite ou par entraînement sont considérables.

» Tous les organes de la voiture, de la machine et de la chaudière sont construits en acier, dans des conditions de légèreté bien calculées sous le rapport de la résistance.

» A l'avant du véhicule se trouvent réunis tous les organes de commande à la disposition du conducteur, assis au milieu de la largeur, faisant face à la route à suivre, prêt à exécuter toutes les évolutions que les circonstances viendraient à exiger.

» Après avoir purgé les cylindres à l'aide de robinets manœuvrés à la main, et avoir ouvert la communication générale des tiroirs avec la chaudière, il règle avec des pédales la quantité de vapeur qui s'introduit dans chaque groupe de cylindres, accélérant ainsi leurs évolutions ou les retardant, au besoin, jusqu'à l'arrêt de la roue motrice. Il peut même faire reculer en agissant sur une coulisse de Stephenson, qui lui permet aussi, soit dans la marche directe, soit pendant le recul, de modifier les conditions d'admission. Le gouvernail qui agit sur les roues d'avant-train est constamment sous l'action de la main droite qui ne le quitte pas, et la main gauche peut encore, derrière le siége, remplacer, suivant les conditions de la route, la transmission rapide par la transmission lente, ou inversement, indépendamment des vitesses propres des machines elles-mêmes qui donnent en marche courante 180 coups doubles de piston par minute. Le manomètre qui indique la pression de la vapeur est aussi placé sous les yeux du conducteur; il ne lui manque qu'une trompette à vapeur pour donner sur la route l'avertissement nécessaire aux conducteurs des voitures que l'on dépasse ou que l'on croise.

» Le service de la chaudière est exclusivement confié à un chauffeur qui monte à l'arrière, qui soigne le feu et qui alimente au moyen d'un Giffard ou d'une pompe, en puisant soit dans le tender pendant la marche, soit dans les ruisseaux pendant les arrêts nécessités tous les 10 kilomètres pour

le remplissage de ce réservoir, auquel cas la vapeur actionne une pompe spéciale, de plus fort calibre.

» La machine parcourt facilement 20 kilomètres par heure en plaine, 12 à 15 kilomètres sur les voies fréquentées; elle maintient une vitesse de 9 kilomètres sur des rampes de 5 centimètres par mètre, et elle peut y remorquer facilement une voiture de même poids que le sien.

» Elle n'évolue certainement pas aussi facilement qu'un de nos fiacres, mais plus facilement qu'un omnibus, par suite de la suppression de la flèche et de l'attelage ; elle s'arrête, repart, se range, évite avec une surprenante précision, ce qui est certainement dû à la disposition toute nouvelle de la commande des deux roues indépendantes qui remplacent l'avant-train ordinaire.

» La solution de cette partie importante du problème ajoute un intérêt tout particulier aux données économiques du fonctionnement de la machine.

» En parcourant en terrain horizontal 15 kilomètres en une heure, elle développe, en adoptant 0,05 pour coefficient de traction, un travail effectif de 13 chevaux pour sa charge complète. Elle dépense pour le même parcours 600 litres d'eau, ce qui, à raison de 30 kilogrammes par force de cheval et par heure, semblerait correspondre à 20 chevaux. On voit ainsi qu'une partie de l'eau est perdue ou mal utilisée, les tubes Field donnant lieu d'ailleurs à un entraînement d'eau liquide assez considérable. La consommation de charbon par heure ne doit pas, dans ces conditions, être inférieure à 50 kilogrammes, ce qui représente une dépense de $1^{fr},50$ seulement en combustible.

» Lorsqu'on analyse ainsi les divers éléments du problème de la locomotion à la vapeur, on est tenté d'admettre qu'il approche d'une solution véritablement pratique, d'autant plus intéressante que l'exploitation des tramways rendra peut-être indispensable, même dans les conditions actuelles, l'emploi des moteurs mécaniques.

» Dans le voyage que nous avons fait du quai Jemmapes à la barrière de Fontainebleau, par la place du Trône, nous avons remarqué que les chevaux manifestaient rarement de l'inquiétude à notre passage. Dans plusieurs voitures que nous avons croisées se sont trouvés des voyageurs que le bruit de la locomotive n'a pas même interrompus dans leur lecture.

» Je dois ajouter cependant que ce voyage a été signalé par le dessoudage d'un des tubes de la chaudière qu'il a fallu tamponner sur place ; la machine est restée pendant plus d'une demi-heure au repos, tant pour at-

tendre le refroidissement de la chaudière que pour le bouchage du tube.

» Voici, du reste, les durées des différentes parties du parcours :

	Minutes.	Distances en kilomètres.	Parcours corresp. par heure.
Quai Jemmapes................	12	2,10	10,5
Boulevard Voltaire...............	10	2,10	12,5
Boulevard Mazas................	10	2,10	12,5
Boulevard de l'Hôpital..........	6	1,25	12,5

» Sur le pont d'Austerlitz, encombré de voitures au moment de notre passage, la locomotive a pris rang au milieu des autres véhicules et a suivi, de la même allure, la file qui la précédait.

» Nous ne pouvons terminer sans décrire le mécanisme d'avant-train qui a permis d'obtenir ces résultats et qui est d'ailleurs très-simple.

» L'arbre vertical qui porte le volant du gouvernail est muni, à la partie inférieure, de deux cames elliptiques, dont les grands axes sont dans le prolongement l'un de l'autre et dans la direction commune des deux petits essieux d'avant-train, lorsque le cheminement doit avoir lieu en ligne droite.

» Une chaîne fixée aux deux ellipses embrasse un pignon denté de même diamètre que le petit diamètre de ces ellipses, qui tourne avec la cheville ouvrière de la roue de droite par exemple. En faisant agir le volant, cette roue tourne autour de la verticale de son point de contact avec le sol, en raison de la longueur de l'arc d'ellipse développé, c'est-à-dire d'un plus grand angle si l'on tourne à droite, d'un angle plus petit si l'on manœuvre à gauche. La disposition qui vient d'être décrite étant double et s'appliquant de même à la roue de gauche, on voit facilement comment, en pivotant seulement sur elles-mêmes et sans glisser, les roues directrices viennent nécessairement se placer sous l'inclinaison convenable pour rester toutes deux tangentes aux deux circonférences qu'elles doivent décrire autour du centre de rotation.

» Nous ne doutons pas que cette combinaison marquera un progrès sérieux, sinon décisif, dans l'histoire de la locomotion à vapeur. Il n'est d'ailleurs pas hors de propos de prévoir qu'au moyen d'organes spéciaux de transmission les manœuvres du conducteur seraient facilement ramenées à être analogues à celles du cocher qui fouette, retient ou dirige ses chevaux. »

ÉLECTRICITÉ. — *Quatorzième Note sur la conductibilité électrique des corps médiocrement conducteurs;* par M. **Th. du Moncel.**

« Pour compléter mes recherches sur la conductibilité des corps médiocrement conducteurs, il me restait à étudier cette conductibilité dans les limailles métalliques, les poussières minérales et dans les corps humides, vivants ou inertes. Ce sont les résultats que j'ai obtenus à cet égard qui vont faire l'objet de la présente Note et de celles qui vont suivre.

» Dans un Mémoire, présenté à l'Académie le 2 décembre 1872, j'avais bien rapporté quelques expériences concernant la conductibilité des limailles métalliques; mais, ces expériences ayant été faites à un tout autre point de vue que celui qui m'occupe en ce moment, je ne les avais pas disposées de manière à pouvoir étudier complétement les différentes causes qui peuvent réagir sur cette conductibilité, et notamment les actions thermo-électriques, dont j'ai parlé dans mon avant-dernière Note. Néanmoins, j'avais pu mesurer leur résistance, qui est très-variable, et j'avais montré qu'elle dépend bien plutôt de l'état plus ou moins brillant de la surface des grains métalliques et de leur degré de tassement que de la distance respective des électrodes et de leur masse métallique. Les mesures que j'avais déterminées avec le pont de Wheatstone m'avaient donné, pour une masse de matière équivalente à 5 centimètres cubes et avec des électrodes de 2 centimètres carrés de surface de contact, éloignées l'une de l'autre de 2 centimètres, les résultats suivants :

	A sec.	Mouillés avec de l'eau pure.
Limaille de cuivre.............	1267^{m}	1000
Limaille de zinc...............	1448	707
Poussier de charbon de cornue...	2192	1715
Poussier de charbon de bois.....	2 200 000	148 000

» Dans mes nouvelles expériences, j'ai introduit mes limailles entre deux lames de mica, et j'en faisais en quelque sorte des espèces de prismes minces et allongés de 7 centimètres de longueur sur 2^{c},5 de largeur et 2 millimètres d'épaisseur, qui étaient fortement comprimés à l'aide de presses, et qui laissaient dépasser à leur extrémité les bouts des deux électrodes de platine destinées à leur transmettre l'électrisation. Celles-ci étaient repliées en dehors, au-dessous d'une des lames de mica, de manière que les deux presses terminales, munies de boutons d'attache, pussent mettre facilement le circuit en rapport avec elles. Dans ces conditions, je pouvais soutenir le système au moyen d'un support isolant adapté à la presse du

milieu, et le chauffer facilement aux différents points de sa longueur, afin d'étudier les effets de la chaleur sur sa conductibilité, et y développer les effets thermo-électriques dont ces limailles pouvaient être susceptibles. Or voici les conclusions auxquelles je suis arrivé.

» Les limailles métalliques, aussi bien que les poussières des minerais métalliques très-conducteurs et celles du graphite ou charbon de cornue, sont susceptibles de conduire les courants, mais sans déterminer d'effets électrotoniques de polarisation. *Quand on les chauffe, leur conductibilité, au premier moment, semble diminuer plus ou moins, mais elle augmente ensuite rapidement dans de grandes proportions.* Quand on vient à cesser l'échauffement, elle diminue successivement, et, chose assez curieuse, l'intensité du courant devient, au bout d'un certain temps, *de beaucoup inférieure à ce qu'elle était au début.* Le repos rétablit un peu cette faculté conductrice, mais il est rare qu'elle revienne au degré qu'elle avait au moment des premières expériences. Il est probable que cet affaiblissement tient, d'une part, à l'oxydation des grains de limaille qui rend moins bons leurs contacts métalliques, et, d'autre part, au desséchement de l'humidité dont elles sont presque toujours imprégnées. Quant aux deux effets inverses qui résultent de l'action de la chaleur, il est plus difficile de s'en rendre compte. L'amoindrissement de conductibilité que l'on constate en premier lieu proviendrait-il d'une augmentation réelle de résistance que ces corps auraient acquise sous l'influence de la chaleur, à l'instar des corps métalliques massifs ? et l'augmentation de conductibilité que l'on constate après, et qui est infiniment plus développée, proviendrait-elle de la dilatation des particules de la limaille, dilatation qui fournirait dès lors, entre elles, un contact mieux assuré et analogue à celui qui résulterait d'une augmentation de pression exercée sur la limaille ?... Il est bien difficile de se prononcer à cet égard ; toujours est-il que la meilleure conductibilité qu'acquiert l'air interposé entre les grains de limaille et qui enveloppe les lames de mica ne paraît pas jouer un grand rôle, pas plus que la conductibilité des lames de mica elles-mêmes ; car, avec les poussières non conductrices, la chaleur, voire la flamme elle-même, ne provoque aucune déviation sur le galvanomètre.

» L'action de la chaleur sur les limailles métalliques ou sur les poussières minérales conductrices, quand on chauffe, sans la présence du courant, l'une ou l'autre des deux électrodes, est manifeste ; mais les effets produits sont assez complexes, en raison de l'oxydation qui s'effectue avec énergie sur les particules conductrices sous l'influence d'une chaleur un peu intense. *On obtient alors des courants thermo-électriques et des courants*

thermo-chimiques qui sont quelquefois en antagonisme, et qui produisent des effets variables et contradictoires. Généralement, les courants thermo-électriques sont dirigés de la partie chaude à la partie froide; mais ceux qui résultent de l'oxydation doivent être dirigés en sens inverse, car les parcelles métalliques qui touchent les électrodes et qui sont les moins oxydées se trouvent céder aux particules oxydées l'électricité positive qui est absorbée par l'oxygène; elles se trouvent donc constituées négativement, ainsi que la lame de platine qui les touche, et les parties oxydées prenant la polarité positive la transmettent à l'électrode la plus éloignée du point chauffé. Il arrive donc qu'avec les métaux très-oxydables à la chaleur, comme le cuivre, ce sont ces derniers courants qui l'emportent sur les courants thermo-électriques, et les déviations galvanométriques indiquent un courant allant presque toujours de la partie froide à la partie chaude, et si l'échauffement a duré un peu longtemps à l'une des électrodes, on peut constater souvent que l'échauffement de l'autre électrode, non-seulement ne provoque pas de courant inverse, mais ne fait qu'augmenter l'énergie du courant primitivement déterminé, ou n'en provoque pas du tout. Il arrive même quelquefois que le courant se trouve alors soumis à des inversions successives. Ces effets viennent, sans doute, de ce que, l'oxydation s'étant transmise jusque sur les particules de l'électrode non chauffée, la force électromotrice créée au moment de l'échauffement n'est pas assez puissante pour développer un contre-courant. On comprend, en effet, que, si cette force est égale à celle qui reste développée à la suite du premier échauffement, il ne doit se produire aucune déviation; si elle est plus faible, la chaleur, en augmentant la conductibilité de la masse conductrice, développe le courant primitivement déterminé. Enfin, si les effets thermo-électriques interviennent, ils peuvent apparaître à la suite de quelques dérangements matériels dans la disposition des grains de limaille. Les limailles métalliques sont toutes sujettes à ces sortes de réactions, surtout quand elles ont été déjà expérimentées. Quand elles sont fraîches, on retrouve le plus souvent les effets thermo-électriques seuls et nettement accusés, sauf pourtant avec la limaille de cuivre rouge, qui donne toujours des effets contraires. La poussière de charbon de cornue elle-même, quoique donnant le plus souvent des effets thermo-électriques nettement caractérisés, fournit quelquefois des courants de sens anormal. Les poussières des minerais métalliques très-conducteurs, telles que celles que l'on obtient en broyant de la marcassite, de la galène, de la pyrolusite, de la mine de plomb, fournissent toutes des courants thermo-électriques nettement définis, surtout quand elles sont peu grillées, et ces courants sont

très-énergiques. Quant aux poussières provenant des minerais médiocrement conducteurs, tels que le fer magnétique, le minium, etc., et aux poussières issues des pierres dures et tendres regardées comme très-conductrices à l'état aggloméré, leur conductibilité est complétement nulle, du moins quand elles ont été bien séchées; le silex d'Hérouville lui-même est dans ce cas, ce qui montre que la conductibilité de ces sortes de pierres est bien électrotonique et électrolytique.

» Une particularité assez intéressante que je dois signaler, c'est qu'en plaçant une lame de cuivre dans les conditions des expériences précédentes, le chauffage des électrodes ne détermine aucune déviation galvanométrique; pourtant les bouts échauffés s'oxydent autant, si ce n'est plus, que ceux du prisme de limaille. Il est vrai que celui-ci présentait une résistance de 5 kilomètres environ, tandis que la lame n'avait aucune résistance, et naturellement mon galvanomètre était trop résistant pour accuser des courants thermo-électriques dans ce dernier cas.

» J'indique dans le tableau ci-après les intensités du courant de ma pile traversant différentes limailles métalliques et des poussières de différentes natures. Plusieurs séries d'expériences pour une même limaille ou poussière y sont rapportées, et, si les chiffres qui représentent leur conductibilité sont un peu différents, c'est que, ayant fait ces expériences avec des lames de mica de différentes grandeurs, les électrodes se trouvaient éloignées de 3 $\frac{1}{2}$ centimètres dans la dernière expérience, alors qu'elles ne l'étaient que de 1 centimètre à peine dans les premières; de là la nécessité de changer la résistance de la dérivation. Les intensités ont été prises à trois époques différentes, au début, après cinq minutes et après dix minutes. L'intensité des courants thermo-électriques est indiquée avec le sens de la déviation, en observant une minute après le commencement de cette déviation. Le signe — représente les déviations à gauche du galvanomètre; le signe + les déviations à droite. Quand l'électrode négative chauffée donnait un courant avec le signe —, le courant était dirigé de la partie froide à la partie chaude. Les chiffres qui remplissent les sixième et septième colonnes représentent, les premiers l'étendue de la déviation rétrograde, les autres la déviation déterminée au bout d'une minute par l'échauffement des limailles sous l'influence du courant les traversant. Les huitième et neuvième colonnes indiquent les déviations moyennes et extrêmes déterminées par le courant après le refroidissement des limailles. Enfin la dixième colonne représente les résistances des limailles ou poussières au moment des premières expériences; elles ne sont que très-approximatives.

	Courants de pile. Début.	5 minutes après.	10 minutes après.	Courants thermo-électriques. Électrode — chauffée.	Électrode + chauffée.	Courant de la pile pendant l'échauffement.	Courant de la pile après refroidissement.	Résistance.
Limaille de cuivre avec dérivation sans résistance.	(25°-18°)	″	″	—24°	+24°	— 5 +43	18 puis 0°	5 kil
	(54-43)	41°,5	41°	— 20	0	— 2 +43	37 33	
Limaille de zinc avec dérivation sans résistance.	(40-37)	″	″	+ 26	0	—22 +43	″ 84	
	(″-49)	45	45	″	″	″ ″	″ ″	
	(45-37)	35	34	(+20+32—0)	(+10+45)	″ ″	″ 0	
Limaille de fer avec dérivation sans résistance.	(40-30)	″	″	+ 38	— 38	—22 +41	″ 15	16
Limaille de fer avec dérivation de 100 mètres.	(90-81)	81	80,5	— 18	+ 11	—25 +85	″ ″	
Poussière de charbon avec dérivation de 100 mètres.	(90-67)	67	67	(—15+2)	(+10—15)	—20 +76	″ 55	2048
Poussière de mine de plomb avec dérivation sans résistance.	(52-40)	40	40	— 35	+ 40	—10 +45	″ 40	4
Poussière de pyrolusite avec la résistance de 100 mètres.	(18-15)	15,5	16	+ 50	— 55	″ +17	″ ″	1400
Poussière de pyrolusite avec dérivation de 64 kilomètres.	(90-77)	78	78	+ 65	— 65	″ +89	″ ″	
Poussière de marcassite avec dérivation de 100 mètres.	(74-55)	53	52	+ 60	— 65	— 3 +70	″ ″	175
Poussière de marcassite avec dérivation de 64 kilomètres.	(70-54)	54	55	+ 15	— 25	—20 +80	50 10	
Poussière de galène avec dérivation de 100 mètres.	(40-34)	33	31	0	— 40	— 4 +45	20 ″	450
Poussière de galène avec dérivation de 64 kilomètres.	(40-33)	33	33	+ 12	— 12	— 3 +90	20 12	

GÉOGRAPHIE. — *Relation sommaire de l'expédition scientifique à la Nouvelle-Zemble, commandée par M. le professeur Nordenskiöld, à bord du* Proefven, *de juin à août* 1875. Note de M. **Daubrée.**

« L'Académie, qui a accueilli avec un vif intérêt les résultats que M. le professeur Nordenskiöld faisait connaître, il y a deux ans, lorsqu'il était encore dans les régions polaires, où il avait hiverné, n'apprendra pas sans doute avec moins de satisfaction que l'expédition entreprise, cet été même,

par cet intrépide et savant explorateur des régions polaires, à bord du *Proefven*, vient d'être couronnée de succès.

» Parti de Tromsoë le 8 juin 1875, le *Proefven* fut arrêté par un vent contraire dans les îles qui bordent cette partie de la Norvége, et ne quitta seulement que le 14 juin le détroit de Fugloë pour gagner le large. Après avoir doublé le cap Nord, on se dirigea vers la partie méridionale de la Nouvelle-Zemble, et, le 21 du même mois, c'est-à-dire sept jours après avoir quitté Carlsoë, l'expédition y abordait, un peu au nord du cap Severo Gussinoir Mys.

» Malgré la ceinture de glace qui enveloppe la Nouvelle-Zemble, M. Nordenskiöld en longea la côte occidentale et débarqua sur différents points, avant d'arriver au détroit connu sous le nom de Matotchkin Scharr, qui partage cette terre en deux parties. Dans cette région, l'un des membres de l'expédition, M. Lundström, fit l'ascension d'une montagne ayant environ 1000 mètres d'altitude, et l'on recueillit une riche collection de fossiles, caractérisant le terrain jurassique, dont la comparaison avec ceux que l'on rencontre dans les mêmes couches, à des latitudes moins élevées, sera intéressante.

» L'abondance des glaces engagea alors M. Nordenskiöld à revenir vers le sud et à chercher à entrer dans la mer de Kara par l'un des deux détroits situés de chaque côté de l'île de Vaigatz. Il y pénétra en effet, par le détroit de Jugor, le 25 juillet. Les fossiles que l'on recueillit en abondance, sur un point où une violente tempête le força à s'abriter, sont siluriens et presque semblables à ceux de l'île de Gothland.

» De là le navire fut dirigé vers la partie centrale de la presqu'île qui sépare la mer de Kara du golfe de l'Obi, à la station nommée Jalmal, où l'on débarqua le 8 août. Après quelques heures, on continua à avancer vers le nord, et l'on parvint jusqu'à environ 75° 30′ de latitude nord et 79° 30′ de latitude est; alors, des massifs de glace, disposés comme de grandes plaines, opposaient un obstacle impénétrable; longeant vers l'est cette barrière de glace, M. Nordenskiöld se dirigea sur le côté septentrional de l'embouchure du Ienisei, où le pavillon suédois fut planté le 15 août dans la soirée.

» Bien que cette expédition n'ait duré que deux mois, elle a fourni des résultats scientifiques importants au point de vue de la géologie et de l'histoire de la vie animale et végétale à ces hautes latitudes, d'abord sur la côte occidentale de la Nouvelle-Zemble, à cause des nombreux points de la côte où M. Nordenskiöld a abordé avec les savants qui l'accompagnaient, puis dans les parages de la mer de Kara qui, pour la première fois, étaient

visités par une expédition scientifique. Toutes les fois que le temps le permettait, on exécutait des sondages, des dragages et des mesures de la température à diverses profondeurs.

» Le lendemain même du jour où il mouilla sur la côte de la Sibérie, M. Nordenskiöld adressa à M. Oscar Dickson, de Gothembourg, le généreux patron de l'entreprise, qui a bien voulu me la communiquer, une Lettre qui, sous une forme très-sommaire, donne une première idée des résultats de l'entreprise. Cette Lettre a été apportée à Gothembourg par le navire le *Proefven* qui est retourné en Norwége sous la direction de M. Kjellman, familiarisé depuis longtemps avec les voyages au milieu des glaces. De son côté, M. Nordenskiöld pénétrait dans la Sibérie en remontant dans une embarcation le fleuve Ienisei.

» C'est de cette Lettre que sont tirés les faits qui viennent d'être exposés, ainsi que les extraits suivants :

« Les sondages nous donnèrent des moissons d'espèces bien plus variées qu'on ne pouvait l'espérer ; entre autres, je citerai des espèces colossales d'isopodes, des cumacées particulières, quantités d'amphipodes et de copépodes, un grand et fort joli alecto, des ophiurides d'une remarquable grandeur, des astérides très-bien dessinées, d'innombrables mollusques, etc. Ici l'eau, près de la surface de la mer, est douce, par suite des grands fleuves qui débouchent dans les parages. Il en résulte ce fait curieux, que la plupart des animaux que l'on extrait du fond de la mer, où l'eau est très-salée, meurent, en quelques instants, si on les place dans l'eau de la surface de la mer.

» Les études sur la température de l'eau, tant à la surface qu'à diverses profondeurs, ont donné des résultats très-intéressants : elles peuvent être considérées comme résolvant des questions discutées dans ces derniers temps, relativement aux courants de ces parages, dont a essayé d'apprécier la direction, d'après la température de l'eau de la surface. Par de nombreuses observations faites le long de la côte ouest de la Nouvelle-Zemble et plus loin, devant le cap Grebeni, par 75° 30′ de latitude nord, puis enfin à l'embouchure du Ienisei, j'ai trouvé d'infaillibles preuves que la température de l'eau de la surface de ces mers est très-variable et dépendante de la température de l'atmosphère, du voisinage des glaces, de l'affluence d'eau douce de l'Obi et du Ienisei, tandis que, dès la profondeur de 20 mètres, la température de l'eau marque presque invariablement 1 ou 2 degrés C. au-dessous de zéro. Ainsi, si dans la partie septentrionale de la mer de Kara, où l'eau de la surface est presque douce, et pendant cette saison, assez tiède, un flacon rempli d'eau de la surface est plongé à une profondeur de 20 mètres, il arrive que l'eau s'y congèle. Il en est de même sur la côte ouest de la Nouvelle-Zemble et dans le détroit de Jugor. Il n'existe donc pas de courants tièdes à une certaine profondeur. Une foule d'échantillons d'eau du fond de la mer ont été recueillis par l'excellent appareil inventé par M. le professeur Ekmann. »

» Mais l'expédition de M. Nordenskiöld n'a pas seulement une valeur scientifique. En exécutant aussi rapidement le trajet de la Norwége à la

Sibérie, il a, suivant les expressions de sa lettre, « atteint le but que de » grandes nations maritimes, hollandaise, anglaise et russe, ont vainement » cherché pendant des siècles, et cela, parce qu'on choisissait une saison » inopportune pour la navigation dans ces mers. Quant à moi, dit en terminant M. Nordenskiöld, c'est ma conviction bien arrêtée qu'une nouvelle » route de commerce a été ouverte, fait dont l'importance frappe les yeux » de quiconque marquera d'une couleur spéciale, sur une carte de l'Asie, » ces vastes pays où les fleuves Obi, Irtisch et Ienisei forment, avec leurs » affluents, autant de grandes voies de communication. »

» Des dépêches russes ont, en effet, appris l'enthousiasme qu'avait excité à Ienisseick l'arrivée du hardi voyageur suédois. »

THERMODYNAMIQUE. — *Sur le rendement des injecteurs à vapeur.* Note de M. **A. Ledieu** [suite et fin (1)].

« Au sujet de la conclusion de l'article précédent, remarquons que, si l'on considère l'injecteur comme constituant une machine spéciale, le cycle que décrit le corps travailleur présente ici une particularité unique. Ce corps se compose évidemment de la vapeur fournie par la chaudière à l'appareil entre deux moments donnés. Il fonctionne entre une *source de chaud*, qui est la chaudière, et une *source de froid*, qui est l'eau d'alimentation, avec laquelle il se mélange. Dès lors la substance motrice emporte ici avec elle la source de froid, et, du même coup, la chaleur qu'elle lui a abandonnée, et même en plus la chaleur, mentionnée dans ledit article, que fournit gratuitement le refoulement de l'eau d'alimentation au sein du jet de vapeur; et elle incorpore le tout dans la source de chaud, qui, en conséquence, benéficie des chaleurs en question. On le voit, il s'agit actuellement d'un cycle tout à fait spécial, et auquel les propositions concernant les cycles des machines à feu ne sauraient s'appliquer, puisque, dans tous ces cycles, la source de froid demeure sans cesse distincte de la source de chaud, et que la chaleur qu'elle absorbe se trouve à jamais perdue pour la machine. En d'autres termes, l'injecteur Giffard appliqué à l'alimentation de la chaudière même qui le sustente, et considéré comme formant une machine à part, possède un *rendement calorifique* un peu supérieur à l'unité, en regardant ce rendement comme le *rapport de la quantité de chaleur utilisée à la quantité de chaleur dépensée.* Il réalise de la sorte au

(1) Voir le numéro précédent, p. 711 de ce volume.

delà du *maximum maximorum* des rendements calorifiques indiqué par le théorème de Carnot pour les machines à feu; mais il faut remarquer que dans ce théorème le rendement calorifique s'entend du rapport, à la quantité de chaleur dépensée, de la quantité de chaleur transformée en travail dynamométrique, et qui représente alors tout le calorique utilisé dans lesdites machines. Le résultat d'apparence paradoxale qui nous occupe, tient donc au rôle particulier que l'appareil joue dans le cas tout à fait unique dont il s'agit, où l'effet à obtenir est exclusivement l'*incorporation* de la source de froid dans la source de chaud. Les choses changent complétement quand l'injecteur sert à alimenter un récipient quelconque ou à épuiser un réservoir.

» Examinons maintenant, afin de pouvoir comparer, le rendement d'une pompe alimentaire ordinaire.

» Et d'abord peut-on ici prévoir *a priori*, comme nous l'avons indiqué pour l'injecteur Giffard, si le rendement d'alimentation est supérieur ou inférieur à l'unité. Il y a encore cette fois du travail fourni *gratuitement* dans le refoulement de l'eau d'alimentation à l'intérieur du corps de pompe pendant la période d'aspiration, et le rendement doit bénéficier de ce travail gratuit; mais présentement toute la chaleur sortie de la chaudière pour le fonctionnement de la pompe est loin d'y rentrer intégralement, car cette chaleur subit ici les pertes inhérentes à l'imperfection du cycle de la machine à vapeur que dessert la pompe, et qui, de son côté, la commande. Or il résulte de là que le rendement calorifique de ladite chaleur est toujours notablement inférieur à 1. Nous ne pouvons donc rien conclure *a priori* sur le rendement d'alimentation d'une pompe alimentaire; et nous sommes forcés, pour l'appréciation de ce rendement, d'avoir recours à la règle générale donnée dans l'article précédent.

» Nous supposerons que la bâche se trouve, comme pour l'injecteur, à une distance verticale h de la pompe. Admettons que le poids d'eau d'alimentation introduit dans la chaudière soit de 1 kilogramme. Le travail effectué par la pompe sera

$$\left[\mathrm{P} - \left(\mathrm{P}_0 - \frac{h}{\mathrm{V}}\right)\right]\mathrm{V} = (\mathrm{P} - \mathrm{P}_0)\mathrm{V} + h.$$

» Désignons par

r le *rendement calorifique* de la machine à vapeur qui commande la pompe; ce rendement ne dépasse guère 0,17 dans les meilleurs appareils actuels;

r' le *rendement organique* de la pompe, c'est-à-dire le rapport du travail ci-dessus au travail sur le piston de la machine afférent à la motion de la pompe, y compris les frotte-

ments des renvois de mouvement de celle-ci, mais abstraction faite, pour le motif expliqué dans l'article précédent, du frottement de son piston; ce rendement ainsi entendu atteint au plus 0,75;

z le poids de vapeur consommé par le fonctionnement de la pompe.

» Ces définitions comprises, le travail précédent correspondra évidemment à une dépense de chaleur à la chaudière même égale à $\frac{(\text{P} - \text{P}_0)\text{V} + h}{\text{E} \times r \times r'}$.

» Cette quantité n'est autre que le terme indiqué en 1° dans la règle générale susmentionnée. Elle conduit évidemment à

$$z = \frac{(\text{P} - \text{P}_0)\text{V} + h}{\text{E} \times r \times r' \times \lambda a}.$$

» De son côté, le terme 2° de cette même règle n'est autre que $(t - t_0) \times 1^{\text{kg}}$.

» Enfin, le terme 3° vaut évidemment $-\frac{\text{PV}}{\text{E}}$.

» La pompe consommant z kilogrammes de vapeur pour son propre service, l'alimentation *réelle* de la machine se réduit à $1^{\text{kg}} - z^{\text{kg}}$; or la dépense de chaleur due à l'alimentation de $(1 - z)^{\text{kg}}$ d'eau, sans l'intervention d'aucun appareil, vaut $(t - t_0) \times (1 - z)$. On peut donc écrire

Rendement d'alimentation d'une pompe alimentaire

$$= \frac{(t - t_0)\left[1 - \frac{(\text{P} - \text{P}_0)\text{V} + h}{\text{E} \times r \times r' \times \lambda a}\right]}{(t - t_0) + \frac{(\text{P} - \text{P}_0)\text{V} + h}{\text{E} \times r \times r'} - \frac{\text{PV}}{\text{E}}}.$$

» Dans les applications, le deuxième terme du dénominateur est toujours plus petit que le troisième. Il s'ensuit que le rendement des pompes alimentaires est inférieur à 1, et, par suite, inférieur à celui de l'injecteur Giffard, qui doit dès lors être considéré, théoriquement parlant, comme le *type parfait* des appareils alimentaires. Toutefois, la différence de rendement entre les deux systèmes est en réalité insignifiante; et, au point de vue économique, ils s'équivalent dans la pratique. Le choix est alors guidé par des considérations spéciales. »

MÉMOIRES PRÉSENTÉS.

CHIMIE. — *Sur les lois qui régissent les réactions de l'addition directe* (suite). Note de M. L. **Markovnikoff**, présentée par M. Wurtz.

(Commissaires : MM. Wurtz, Berthelot, Cahours.)

« J'ai essayé de montrer (1) que la formule $CH^3.CH(OH).CH^2Cl$, donnée par moi à la chlorhydrine propylénique formée par l'addition $C^3H^6 + ClOH$, s'accorde mieux avec les recherches des divers chimistes qu'avec celles de M. Henry. Je vais maintenant donner quelques détails sur mon travail relatif à l'oxydation de cette chlorhydrine, travail que la publication de M. Henry (2) m'a décidé à reprendre. La chlorhydrine que j'ai employée pour ces expériences a été préparée par une méthode un peu différente de celle que j'ai indiquée précédemment (3) :

» J'ai pris, cette fois, l'acide hypochloreux plus concentré ; j'ai saturé de chlore un mélange de 65 parties d'oxyde de mercure jaune et de 35 parties de glace concassée ; pour faire absorber complétement l'excès de chlore, j'ai agité le liquide avec une nouvelle quantité d'oxyde, et je l'ai filtré à l'amiante. L'acide ainsi préparé absorbe facilement le propylène quand on l'agite avec ce gaz. J'introduisais ordinairement la solution dans une fiole fermée par un bouchon traversé par deux tubes, dont l'un plongait dans le liquide ; l'autre, plus court, était muni d'un robinet, et servait à faire sortir l'air qui s'accumulait dans la fiole pendant l'opération. La fiole, bien refroidie, communiquait avec un gazomètre qui contenait du propylène. Après la saturation de l'acide, je purifiais la monochlorhydrine par la méthode que j'ai décrite. J'ai obtenu ainsi 75 grammes de chlorhydrine pure, bouillant à 125°,8 sous la pression ordinaire ; après correction, j'ai trouvé pour point d'ébullition 127°,7.

» Pour oxyder la chlorhydrine, j'en versais 20 à 25 grammes dans un mélange d'acide sulfurique très-étendu et de bichromate de potasse en quantité un peu plus grande que ne l'indique l'équation

$$C^3H^7ClO + O = C^3H^5ClO + H^2O.$$

» Quand le liquide commence à s'échauffer, on le place dans l'eau pour éviter une réaction vive. Pendant toute la durée de l'oxydation, il se dégage de l'acide carbonique. La réaction terminée, on sépare l'eau mère de

(1) Voir p. 668 et 728 de ce volume.
(2) *Comptes rendus*, t. LXXIX, p. 1258.
(3) *Ann. der Ch. und Ph.*, t. CLIII, p. 255.

l'huile qui surnage par décantation. Pour sécher le produit, j'employais la potasse fondue, mais elle était attaquée par la substance, qui la convertit partiellement en KCl. A la première distillation, le produit commence à passer au-dessous de 100 degrés; la portion obtenue de 115 à 128 degrés est la plus abondante. Après quelques distillations fractionnées, j'obtins à 120°,5 ou 121°,5 presque la moitié de la substance. L'analyse de cette portion a donné 37,34 pour 100 de chlore.

» En distillant l'eau mère, on peut obtenir encore une quantité notable du même produit. Je continuais la distillation jusqu'à ce que le liquide passé dans le récipient et saturé de sulfate de soude sec ne donnât plus de gouttes huileuses. On sature alors le tout de sulfate de soude, qui sépare toute l'huile dissoute. L'analyse de la partie bouillante à 120°,5 ou 121°,5 a fourni des résultats tout à fait satisfaisants : 37,95 ou 38,03 pour 100 de chlore; la formule C^3H^5ClO donnerait 38,37 pour 100. Voici les propriétés de ce corps :

» C'est un liquide un peu oléagineux, ordinairement incolore, mais parfois se colorant en brun, comme l'acétone monochlorée, ce qui provient probablement de quelques impuretés. Son odeur ne se distingue pas de celle de la monochloracétone; elle est faible, mais très-irritante. Son point d'ébullition est à 120°,5-121°,8, tandis que celui de la monochloracétone est à 118-119 degrés. Cette différence s'explique facilement par la réaction du corps avec les alcalis caustiques. Cette réaction prouve positivement que le produit analysé n'était pas entièrement pur. Il était impossible de le débarrasser complétement de la chlorhydrine par la distillation fractionnée d'une quantité de la substance brute, qui, dans diverses expériences, ne dépassait pas 10 grammes, et la différence, dans la composition quantitative des deux corps, n'est pas assez grande pour pouvoir être indiquée par l'analyse.

» Pour décider si le corps était de l'aldéhyde propionique monochlorée, comme l'affirme M. Henry, ou bien de l'acétone monochlorée, comme je l'ai dit ailleurs, j'ai comparé ses réactions avec celles de la monochloracétone, préparée directement avec l'acétone, par l'action du chlore : je n'ai remarqué aucune différence notable (1).

(1) Les deux corps forment, avec une solution ammoniacale de nitrate d'argent, un précipité grisâtre; mais, légèrement chauffés, ils donnent un miroir métallique. Glutz a remarqué que l'acétone monochlorée réagit facilement sur le cyanure de potassium dissous dans l'eau et forme un corps cristallin C^3H^5CyO (*Journ. für prakt. Chemie*, t. I, p. 141, neue Folge). J'ai répété cette réaction. L'acétone monochlorée, ainsi que le produit actuel, se délaye d'abord dans une solution concentrée froide de KCy; bientôt le liquide devient trouble et dégage des gouttes huileuses, en se colorant en brun intense. Il a été épuisé par l'éther, qui a laissé, après son évaporation libre, de petites aiguilles blanches pénétrées d'une masse résineuse. Malheureusement je n'avais pas assez de substance pour pouvoir purifier les cristaux et faire une observation sur leur point de fusion.

» Avec une lessive alcaline moyennement concentrée, l'acétone monochlorée donne, comme on sait, une coloration rouge; mon produit se comporte de la même manière. La coloration se maintient plus longtemps si l'alcali est en excès, et passe, après une légère élévation de température, au brun foncé; mais, si l'on y ajoute l'alcali avec précaution, on obtient des gouttes huileuses, colorées en jaune et d'une odeur d'huile de gaultheria. Mais j'aperçus bientôt, dans l'huile qui provenait du produit d'oxydation, encore une autre odeur qui ressemblait à celle de l'acétone. J'ai pu me convaincre que c'était de l'oxyde de propylène, que j'ai pu isoler. Il s'était formé évidemment par l'action de l'alcali sur la chlorhydrine propylénique qui se trouvait dans mon produit.

» Quant au liquide aqueux provenant de l'oxydation de la chlorhydrine, il renfermait de l'acide acétique et peut-être de l'acide formique. On s'en est assuré par l'analyse de l'acétate d'argent préparé avec cet acide.

» Il est évident que l'oxydation de la chlorhydrine propylénique s'accomplit de la manière suivante : une partie de la chlorhydrine se convertit en acétone monochlorée C^3H^5ClO et l'autre reste inattaquée, tandis que C^3H^5ClO s'oxyde partiellement en acide carbonique, acide acétique, acide chlorhydrique et en acide formique (?). Les résultats de l'étude des produits d'oxydation de C^3H^5ClO sont entièrement conformes à cette manière de voir. J'ai employé pour cette oxydation 4 grammes du corps, bouillant de 120°,5 à 121°,5. Dans l'hypothèse où le corps en question serait de l'aldéhyde propylique monochlorée, 3 grammes d'anhydride chromique suffiraient pour le transformer complétement en un acide correspondant. Or, pour effectuer cette oxydation, il a fallu employer, non pas 3 grammes, mais près de 8 grammes d'anhydride chromique. Pendant tout le temps de l'oxydation, il s'est dégagé de l'acide carbonique, et lorsque la couche huileuse eût entièrement disparu, on n'a pu constater dans le liquide passé à la distillation que de l'acide acétique et de l'acide chlorhydrique. Saturé par le carbonate de baryte, ce liquide a fourni une solution barytique qui est restée neutre à l'ébullition, preuve qu'elle ne renfermait pas de monochloropropionate de baryte. Transformé en sel d'argent, le sel de baryum dissous a fourni de l'acétate et du chlorure.

» Ces résultats ne permettent pas d'envisager la chlorhydrine propylénique comme un alcool primaire $CH^3.CHCl.CH^2OH$, se transformant, sous l'action d'agents oxydants, d'abord en aldéhyde chloropropionique $CH^3.CHCl.CHO$, puis en acide chloropropionique $CH^3.CHCl.CO^2H$. La

réaction se passe évidemment d'après les équations suivantes :

$$C^3H^7ClO + O = C^3H^5ClO + H^2O . C^3H^5ClO + O^3 = C^2H^4O^2 + CO^2 + HCl.$$

» Une expérience que j'ai faite avec l'acide azotique m'a montré que l'acide fumant rouge réagit facilement sur la monochloracétone, dérivée de la chlorhydrine ; l'acide fumant pur la dissout et reste sans aucun changement appréciable pendant quelques jours de digestion, à la température ordinaire. Il commença à réagir quand j'eus chauffé le mélange pendant quelque temps à 100 degrés. Quand la réaction fut terminée, le liquide, après être étendu d'eau, débarrassé des produits huileux insolubles, fut évaporé sur la chaux vive. On obtint des cristaux d'acide oxalique.

» Il est difficile de croire que l'aldéhyde monochloropropionique n'est pas facilement oxydable par l'acide chromique, ainsi que par l'acide azotique, lorsqu'on sait que l'aldéhyde monochloracétique s'oxyde déjà à l'air. »

PHYSIOLOGIE. — *De l'excitation électrique unipolaire des nerfs. Comparaison de l'activité des deux pôles pendant le passage des courants de pile.* Note de M. A. CHAUVEAU.

(Renvoi à la Commission du prix Lacaze, Physiologie.)

« J'appelle *excitation unipolaire* l'action locale exercée par les courants électriques sur les nerfs, au point d'application d'une électrode, quand cette électrode est seule en contact, immédiat ou médiat, avec le nerf conservé en place dans ses rapports normaux, et ne peut guère agir efficacement qu'au point de contact lui-même, à cause de la grande diffusion qui, au delà, disperse immédiatement le courant dans toutes les directions.

» La disposition expérimentale qui donne l'idée type de l'excitation unipolaire est la suivante. Le sujet qui subit cette excitation est couché dans un bain d'eau salée, qui le baigne à moitié ; sur la moitié émergente, on choisit un point répondant à un nerf superficiel, et l'on y applique une fine électrode, tandis que l'autre électrode plonge largement dans l'eau du bain.

» On réalise non moins exactement les conditions de l'excitation unipolaire, en plaçant la pointe de chaque électrode, l'une sur un nerf, l'autre sur un autre nerf plus ou moins éloigné, séparé du premier par une partie du corps d'un volume tel, qu'elle représente un conducteur d'une section énorme par rapport à la section réduite que possède le circuit animal au niveau de la pointe des électrodes. Par exemple, sur l'homme et les mammi-

fères, les électrodes peuvent être placées sur les deux nerfs faciaux, l'une à droite, l'autre à gauche de la tête. S'il s'agit d'une grenouille reposant par le ventre sur un plan humide, on peut placer ces électrodes, l'une sur le nerf sciatique d'une patte, l'autre sur le nerf de l'autre patte. Il y a alors deux excitations unipolaires simultanées, l'une positive, l'autre négative.

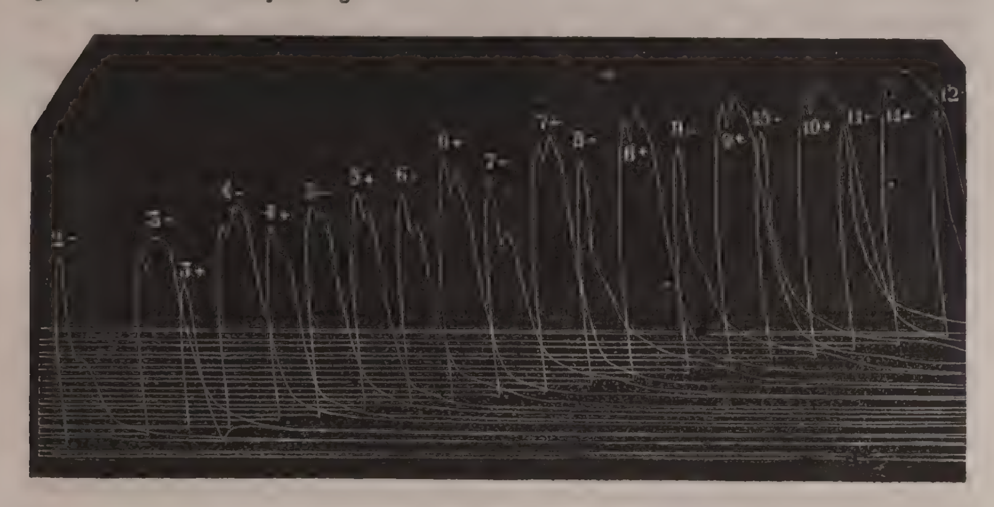
» Ce mode d'excitation diffère absolument du mode usuel, et produit des effets tout autres. Les conditions du premier sont beaucoup plus simples que celles du second. Dans celui-ci, le nerf forme un conducteur *isolé*, en contact à la fois avec les deux pôles du circuit. Il subit donc l'influence simultanée de ces deux pôles, aux points d'application des électrodes; de plus, tous les points de la partie du nerf comprise entre ces électrodes, et même les deux régions juxtapolaires, éprouvent l'action d'un courant, ascendant ou descendant, dans un état de densité qui ne le cède en rien à celui que le courant présente au niveau des points d'application des pôles. Avec l'excitation unipolaire, au contraire, non-seulement les deux influences polaires sont complétement séparées, mais elles ne peuvent s'exercer qu'en une région très-circonscrite du nerf, dans le point même qui répond à l'électrode, et dans une zone périphérique extrêmement étroite, puisque c'est là seulement que le courant se trouve assez condensé pour agir efficacement.

» Un des avantages de l'excitation unipolaire, c'est qu'elle peut s'exécuter dans des conditions rigoureusement physiologiques, irréalisables avec tout autre procédé. Si l'on choisit des nerfs superficiels, ils n'ont pas même besoin d'être découverts : l'application de l'électrode a lieu médiatement à travers la peau et les parties sous-jacentes. C'est là même le seul cas dans lequel l'excitation puisse être considérée comme étant tout à fait physiologique.

» Mon étude a porté particulièrement sur l'excitation des faisceaux nerveux moteurs, excitation dont les résultats ont été appréciés par les tracés de la contraction musculaire; mais il y a eu aussi d'importants résultats obtenus par l'examen de l'influence que ce mode d'excitation exerce sur les nerfs sensitifs.

» Pour donner une idée de l'importance qui doit s'attacher désormais à l'étude de l'excitation unipolaire, je me bornerai à signaler aujourd'hui une seule catégorie des faits nouveaux qui se sont manifestés dans mes expériences. Il s'agit des résultats de la comparaison de l'activité des deux pôles de la pile pendant le passage du courant continu. Le tracé ci-joint, pris sur une grenouille, donne un exemple de ces résultats. On y trouve

enregistré, en imbrication oblique, l'effet de douze excitations doubles, alternativement négatives et positives, graduellement croissantes en progression arithmétique régulière.



» Voici en quels termes simples peuvent être formulées, relativement à cette activité comparative, les lois de l'excitation électrique unipolaire :

» 1° Pour tout sujet dont les nerfs sont dans un parfait état physiologique, il existe une valeur électrique, le plus souvent très-faible, quelquefois modérée, rarement très-élevée, qui donne aux deux pôles le même degré d'activité dans le cas d'excitation unipolaire des faisceaux nerveux moteurs. Les contractions produites par l'excitation positive et l'excitation négative, avec cette intensité type du courant, sont égales à la fois en grandeur et en durée. (Voir, sur le tracé, ce point neutre à l'intensité ρ.)

» 2° Au-dessous de cette intensité, les courants égaux produisent des effets inégaux avec les deux pôles : l'activité du pôle négatif est plus considérable. Quand la tétanisation est produite par ces courants faibles, ce n'est jamais avec le pôle positif sur le nerf.

» 3° Au-dessus de la valeur type de l'intensité du courant, l'inégalité se produit en sens inverse. C'est le pôle positif qui présente la plus grande activité, et la différence, souvent considérable, croît assez régulièrement avec l'intensité du courant, si l'on ne franchit pas les limites au delà desquelles les nerfs s'altèrent ou tout au moins se fatiguent. La tétanisation absolument permanente, très-souvent obtenue quand le pôle positif est sur le nerf, ne se montre jamais quand c'est le pôle négatif, si les courants sont suffisamment forts.

» 4° Ces courants forts agissent aussi d'une manière inégale sur les faisceaux nerveux sensitifs, suivant la nature du pôle en contact avec le nerf; mais l'inégalité est renversée, au lieu d'être symétrique avec celle qui se manifeste dans les contractions musculaires produites par l'excitation des nerfs moteurs. Avec des courants forts, d'intensité parfaitement égale, l'application même médiate de l'électrode négative sur les nerfs est plus douloureuse que l'application de l'électrode positive.

» Il suffit de comparer ces lois à celles de l'excitation bipolaire des nerfs formant conducteurs isolés, pour voir quelles profondes transformations cette étude de l'excitation unipolaire est destinée à faire subir à la théorie générale de l'électrotonus et de l'excitation électrique. L'emploi médical de l'électricité est appelé surtout à profiter largement de ces recherches. On peut regarder, en effet, comme un résultat pratique immédiatement utilisable, les indications nouvelles que l'étude de l'excitation unipolaire donne aux cliniciens pour l'application de l'électricité au diagnostic et à la thérapeutique des affections nerveuses. »

ANATOMIE COMPARÉE. — *Sur la disposition générale du système nerveux chez les Mollusques gastéropodes pulmonés stylommatophores.* Note de M. P. **Fischer**, présentée par M. Milne Edwards.

(Commissaires : MM. Milne Edwards, de Quatrefages, de Lacaze-Duthiers.)

« J'ai l'honneur d'adresser à l'Académie le résumé de mes observations sur le système nerveux des Gastéropodes pulmonés, dont j'ai disséqué des individus appartenant à plusieurs genres indigènes ou exotiques (1).

» A. Les ganglions sus-œsophagiens ou cérébroïdes présentent de chaque côté, d'une manière constante, trois renflements plus ou moins séparés par des sillons, où l'on peut voir l'indice des scissures des Vertébrés : un renflement antérieur, qui fournit le nerf tentaculaire supérieur; un renflement moyen, d'où partent le nerf tentaculaire inférieur et la commissure ou grand connectif qui unit ce renflement au ganglion sous-œsophagien antérieur; un renflement postérieur, d'où se détache la commissure qui se rend au ganglion sous-œsophagien moyen.

» Ces ganglions sont quelquefois très-rapprochés et accolés sur la ligne médiane; ils représentent alors une masse orbiculaire ou un peu ellip-

(1) Les faits relatifs aux Mollusques du Mexique et de l'Amérique centrale ont été examinés conjointement avec M. H. Crosse.

tique, sans commissure intermédiaire (*Glandina*, *Streptostyla*); mais, le plus souvent, on trouve une commissure transverse, étroite, qui devient relativement très-longue chez les *Arion*, *Tebennophorus*, *Amphibulima*.

» En rapport avec le bord antérieur de cette commissure et avec le bord interne de chaque renflement cérébroïde antérieur, on voit chez certains Gastéropodes une paire de petits ganglions distincts, presque indépendants chez les *Eucalodium*, où je les ai découverts, moins développés chez les *Anostoma*, les *Bulimulus*, les *Orthalicus*, où ils forment une saillie de chaque côté de la ligne médiane. Je ne les ai pas aperçus chez les *Glandina*, *Streptostyla* et *Testacella*. L'extrémité antérieure de ces ganglions fournit un nerf très-grêle, tortueux, qui rampe sur la paroi externe du sac pharyngien et s'y enfonce à peu de distance des lèvres. Ce nerf, que j'ai appelé *nerf pharyngien antérieur*, d'après sa position, est peut-être le représentant du nerf olfactif des Vertébrés que les malacologistes ont cru reconnaître, soit dans le nerf tentaculaire supérieur, soit dans un des nerfs du disque pédieux fourni par le ganglion sous-œsophagien antérieur, ou même dans des nerfs d'autre provenance. Aucune de ces hypothèses ne me paraît satisfaisante, et je pense que le nerf olfactif des Mollusques doit avoir une origine analogue à celle qu'on lui connaît chez les Vertébrés. Il faut le chercher à la partie antérieure et à la partie interne des ganglions cérébroïdes antérieurs.

» Les commissures des ganglions sus-œsophagiens et sous-œsophagiens ont une longueur inégale à droite et à gauche ; cette différence est en rapport avec la position de l'orifice pulmonaire et l'enroulement des viscères du tortillon. Leur longueur, et par conséquent la distance qui sépare les ganglions sus-œsophagiens des ganglions sous-œsophagiens, atteint son maximum chez les Mollusques carnivores agnathes, dont la poche linguale est très-développée (*Testacella*, *Daudebardia*, *Glandina*, *Streptostyla*, *Rhytida*); elle est minimum chez les *Arion*, *Tebennophorus* et autres Mollusques limaciformes ; mais alors sa diminution est balancée par l'augmentation de la commissure transverse centrale des ganglions cérébroïdes. Par suite de cette disposition, les ganglions sus-œsophagiens et sous-œsophagiens des *Arion*, par exemple, sont en contact, et tous les centres nerveux semblent se confondre.

» L'élongation des connectifs chez les Mollusques agnathes est corrélative de leur genre de nourriture; ils ingurgitent des proies vivantes, qui, à un moment donné, distendent énormément le pharynx cerclé par l'anneau ganglionnaire.

» B. Les ganglions sous-œsophagiens (qui seraient mieux nommés

sous-pharyngiens ou *sous-linguaux*, car les vrais ganglions sous-œsophagiens sont les stomato-gastriques) offrent de grandes variations. Chez les Mollusques à tours de spire nombreux (*Zonites*, *Clausilia*), ils forment un anneau ou cycle allongé, dont les sept ganglions fondamentaux (deux antérieurs ou pédieux, trois moyens et deux postérieurs) sont placés dans le même plan horizontal et reliés par des commissures plus ou moins longues; au centre du cycle passe l'aorte; mais chez les Pulmonés, dont la coquille manque (*Arion*, *Tebennophorus*), les ganglions ne sont plus disposés dans un même plan : cinq sont superposés aux deux autres et l'aorte s'engage entre les deux groupes de ganglions. Ce changement dans le plan des sous-œsophagiens est peut-être déterminé par l'absence du grand muscle columellaire chez les Gastéropodes nus; mais, quelle qu'en soit la cause, cette disposition anatomique rend l'étude des ganglions sous-œsophagiens très-difficile; en effet, quand on les examine par leur face inférieure, en rapport avec le disque locomoteur, on ne voit que deux ganglions qui portent les otocystes à leur bord postérieur et qui, par leurs autres bords, donnent naissance à une quantité de nerfs destinés au pied. La présence des otocystes est le caractère qui permet d'ailleurs de reconnaître immédiatement les ganglions sous-œsophagiens antérieurs, dont la position, la forme, l'égalité de volume sont constantes.

» Au contraire, les ganglions moyens sont asymétriques; on en trouve le plus souvent deux à gauche et un à droite chez les Mollusques dextres, deux à droite et un à gauche chez les Mollusques senestres. Dans quelques genres, il devient presque impossible de distinguer les deux ganglions du côté gauche (*Helix*, *Orthalicus*, *Bulimulus*) : il semble qu'il n'en existe qu'un de chaque côté; en outre, ces ganglions ne sont pas dans le même plan; celui du côté gauche est un peu au-dessus, et celui du côté droit un peu au-dessous des ganglions sous-œsophagiens postérieurs. Enfin ceux-ci présentent quelquefois des différences dans leur volume relatif : le ganglion du côté gauche étant plus gros que celui du côté droit ou placé dans un autre plan.

» C. L'existence des ganglions stomato-gastriques est constante. On les découvre presque toujours au-dessous de l'œsophage, au point où il débouche dans la poche pharyngo-linguale. Ils sont unis par un connectif transverse, quelquefois très-long (*Bulimulus*, *Zonites*); mais, dans tout le groupe des Mollusques agnathes, ils sont reportés en arrière de leur position normale et sont appliqués directement sur la paroi externe de la poche linguale. Leur volume est alors considérable et le connectif trans-

verse manque; cette dernière disposition est tellement spéciale, qu'elle suffit pour affirmer que le Mollusque où on la constate appartient à ce groupe (*Daudebardia*, *Testacella*, *Glandina*, *Streptostyla*, *Rhytida*).

» Chez les *Arion*, j'ai trouvé deux paires de ganglions stomato-gastriques : une externe et une interne dont les ganglions sont plus gros; celle-ci seule est reliée par le connectif transverse.

» En résumé, il est difficile de ne pas tenir compte de la disposition des centres nerveux des Mollusques pour la caractéristique de certains genres ou de certaines familles. La structure des ganglions stomato-gastriques nous fournit des caractères de première valeur. Quant à ceux qui sont tirés des ganglions sous-œsophagiens, leur importance est moindre, parce qu'ils sont en rapport avec la présence ou l'absence de la coquille, ainsi qu'avec le mode d'enroulement des viscères; or, dans la plupart des familles naturelles, on trouve des genres dépourvus de coquille; dans ce cas, le plan des ganglions sous-œsophagiens se modifie, et leur cycle, qui était allongé et tiraillé en arrière par le fait de l'élongation des viscères dans une coquille multispirée, est ramené dans une position telle, que les ganglions sous-œsophagiens moyens et postérieurs passent au-dessus des ganglions sous-œsophagiens antérieurs ou pédieux. »

VITICULTURE. — *Résultats obtenus, au moyen du sulfocarbonate de potassium, sur les vignes phylloxérées de Mézel.* Lettre de M. **Aubergier** à M. Dumas.

(Renvoi à la Commission du Phylloxera.)

« Chanzy, le 30 octobre 1875.

» Je viens vous rendre compte du résultat de notre lutte contre le Phylloxera, aux environs de Clermont-Ferrand. Si je ne l'ai pas fait plus tôt, ce n'est pas seulement l'état de ma santé qui en a été la cause : nous n'avons pas eu exclusivement à lutter contre l'ennemi de la vigne; mais nous avons rencontré des obstacles de la part des intéressés eux-mêmes; les vignerons ne pouvaient croire à un danger aussi pressant qu'on le leur disait. Au début, tous les propriétaires se refusaient à laisser traiter leurs vignes.

» Les pourparlers n'avaient pas été la seule cause du retard apporté dans le traitement. Une première fois, on avait dû attendre qu'une opération, qui consiste à relever et à rattacher les pampres pour permettre de pénétrer et de circuler facilement dans la vigne, eût été faite; des pluies abondantes survinrent ensuite, qui forcèrent par trois fois à un nouvel ajournement. C'est ainsi que, quoique la découverte de la présence du Phylloxera par

M. Julien eût été faite à la fin de mai, ce n'est que le 15 juillet que le traitement a été commencé, et qu'il a pu être continué pendant six jours sur une étendue de 48 ares par huit ouvriers. Le sol étant déjà imprégné d'eau, 18 litres ont paru suffisants pour chaque cep, soit 36 litres par mètre carré. 9 litres recevaient 25 grammes de sulfocarbonate et les 9 autres étaient employés après imbibition complète des précédents, pour opérer par déplacement la diffusion de l'agent toxique dans tout le sol qui entoure les racines. L'eau était amenée des sources voisines au moyen de tuyaux en toile et en fer-blanc d'une longueur totale de 80 mètres; ces sources, très-rapprochées des parcelles atteintes, ont rendu, de ce chef, l'opération plus facile et moins dispendieuse; après le traitement, des pluies abondantes qui durèrent toute une semaine contribuèrent à disséminer mieux encore le sulfocarbonate. On aurait même pu craindre qu'elles n'entraînassent le sel au delà des racines avant qu'il n'eût produit son effet; mais il n'en a rien été.

» Dès le 20 juillet, il a été possible de constater, sur des racines traitées le 15, de nombreux Phylloxeras morts, comme cela avait été observé un mois auparavant sur quelques souches traitées comme essai. Les ouvriers employés au traitement et qui ont bien vite appris à distinguer le Phylloxera, même à l'œil nu, étaient très-frappés de ce résultat.

» Le 2 août, une nouvelle visite eut lieu, et il fut impossible de rencontrer un seul puceron.

» Le 10 août suivant, huit jours plus tard, nouvelle visite en présence de M. Balbiani, que notre bonne fortune conduisit en Auvergne au moment opportun pour se rendre compte du résultat de nos opérations. Cette fois on découvre quelques insectes qui viennent d'éclore, ce qui semble indiquer que les œufs n'ont pas été aussi complétement détruits que les insectes eux-mêmes; le savant professeur du Collége de France a reconnu toutefois que les nombreuses nodosités pourries des radicelles supposaient un grand nombre de Phylloxeras qui avaient dû être détruits par les moyens employés pour les combattre.

» Mais il n'y avait eu jusque-là qu'une partie des vignes infestées qui eût été traitée; une parcelle de 12 ares fut traitée le 30 août; une autre parcelle de 12 ares fut arrosée le 22 septembre.

» Huit jours après ce dernier traitement, une nouvelle bonne fortune fit arriver à Clermont M. Planchon, qui voulut bien venir examiner à son tour les vignes de Mézel. Il constata la présence de cadavres sur les vignes traitées récemment, et il ne put rencontrer que trois jeunes pucerons sur les autres.

» A ce moment, M. Archimbaud, adjoint au maire, qui, toujours à la tête des ouvriers, a rendu, par son dévouement absolu, les plus grands services dans cette circonstance, fit remarquer que les vignes traitées avaient repris dans leur feuillage une verdeur qui indiquait l'action bienfaisante d'un engrais. M. Planchon avait été frappé, de son côté, de ne pas trouver dans des vignes aussi gravement compromises la teinte jaune des feuilles si caractéristique de la maladie.

» Le 25 octobre, M. Truchot, directeur de la Station agricole, dont les conférences faites sur les lieux ont popularisé la connaissance du Phylloxera et éclairé les intéressés, a examiné de nouveau les vignes traitées; il a exploré un certain nombre de ceps soit dans les taches, soit à leur pourtour et dans les parcelles traitées à des époques différentes. Il ne put trouver de Phylloxeras nulle part; un examen minutieux à la loupe n'a pu en faire découvrir un seul.

» Il me reste à donner le chiffre de la dépense occasionnée par ce traitement; en voici le détail :

62 journées d'ouvriers à 3 francs	186^{fr},00	
360 kilogrammes de sulfocarbonate à 1^{fr},30	408,00	
Achat de tuyaux, raccords	105,80	
Seaux en zinc et menues dépenses	14,50	
Le total s'élève donc à	714,30	pour 72 ares,

ce qui fait 992 francs par hectare (1).

» Ce traitement a été constamment dirigé par M. Truchot, excepté celui du 30 août, qui a été fait avec le même zèle éclairé sous la surveillance de M. Roujou, remplaçant son collègue absent, assisté de MM. Finot et Mure, préparateurs à la Station agronomique.

» La présence de quelques pucerons, constatée à deux reprises, a rendu nécessaire un nouveau traitement pour anéantir les derniers restes de l'invasion. Il ne s'agit pas seulement de sauver les vignes atteintes, mais surtout de préserver le reste du département. C'est ce qu'a très-bien compris le Conseil général en se chargeant de tous les frais de cette guerre au Phylloxera, alors qu'il n'occupe encore qu'un espace limité. Je suis convaincu,

(1) Ces chiffres ne représentent pas la dépense réelle, les tuyaux, seaux, etc., ne devant pas être comptés et le sulfocarbonate devant être compté à un prix plus bas pour l'avenir. Même dans les conditions où l'on se trouvait à Mézel et en faisant usage du sulfocarbonate en dissolution, la dépense réelle ne doit pas dépasser par hectare 250 francs en main-d'œuvre et 250 francs en sulfocarbonate, lorsque celui-ci sera fabriqué en grand. (Note de M Dumas.)

d'après les résultats obtenus, que, grâce à l'arme que nous vous devons, nous parviendrons à préserver le Puy-de-Dôme des ravages dont tant d'autres départements ont été les victimes. »

M. **Dumas**, après avoir donné lecture à l'Académie de la Lettre de M. Aubergier, ajoute les observations suivantes :

« Les opérations effectuées dans toutes les localités qui ne sont pas encore entièrement envahies par le Phylloxera ont donné des résultats identiques avec ceux que M. Aubergier signale. A Villié-Morgon, M. Duclaux a observé les mêmes faits. A Saintes, MM. Girard et Boutin; à Maucey, M. Rommier; à Ludon, dans le Médoc, M. Mouillefert, sont arrivés aux mêmes conclusions. Il n'est pas nécessaire d'ajouter qu'il en a été de même à Cognac, puisque c'est du Comité de cette ville que sont parties les premières observations pratiques sur l'emploi des sulfocarbonates.

» La confiance que ces sels m'avaient inspirée, d'après leur composition et leurs propriétés, se confirme donc, et leurs effets se résument dans les points suivants :

» 1° Partout où pénètrent la dissolution de ces sels ou les vapeurs qui s'en échappent, le Phylloxera est détruit.

» 2° La vigne n'en éprouve aucun mauvais effet; au contraire, l'aspect vert des feuilles et l'abondance du chevelu régénéré témoignent d'une reprise énergique de la végétation.

» 3° Si l'on rencontre parfois quelques rares Phylloxeras sur les points traités, ce sont de jeunes larves, très-agiles, voisines de la surface du sol, pouvant provenir des vignes d'alentour non traitées, ou de quelques œufs cachés dans les fissures du cep ou du terrain où ils se seraient trouvés à l'abri de l'action du toxique.

» 4° La vigne est débarrassée du Phylloxera, ou du moins ramenée au point où elle était quand l'insecte s'y est établi pour la première fois, ce qui lui permet de mûrir ses fruits et laisse au vigneron le temps de renouveler ce traitement.

» Restent deux questions :

» La première ayant pour objet de ramener les sulfocarbonates et spécialement le sulfocarbonate de potassium à leur prix vrai. Il appartient aux fabricants de produits chimiques de la résoudre. Si M. Dumas recommande plus particulièrement le sulfocarbonate de potassium, c'est qu'à côté de son action insecticide il en exerce une autre, comme excitant sur la vigne, qui paraît incontestable.

» La seconde question s'adresse aux vignerons : elle a pour objet de déterminer le meilleur mode d'application des sulfocarbonates. Jusqu'ici on s'est attaché à l'emploi de ce sel dissous dans l'eau, parce qu'on opérait dans la belle saison, en vue de prévenir l'apparition et la diffusion des Phylloxeras ailés. Les traitements d'automne, d'hiver et de printemps peuvent être différents, et doivent supprimer l'emploi de l'eau ou le restreindre.

» M. Dumas, en vue de favoriser les essais des praticiens dans cette double direction, a repris l'étude des sulfocarbonates dont les traits les plus essentiels avaient été si bien caractérisés par Berzélius. Mais l'illustre chimiste suédois n'avait eu à s'occuper d'aucune des questions délicates que soulève leur emploi en agriculture, et spécialement de l'action qu'exercent sur leurs solutions étendues l'air, l'acide carbonique et les divers éléments du sol ; il n'avait pas eu non plus à rechercher quels modes de préparation économique il y avait lieu de tenter pour les obtenir.

» Ces questions sont très-attentivement examinées par M. Dumas, dans un Mémoire qu'il aura l'honneur de déposer sur le bureau de l'Académie. Il renferme le fruit d'une année d'un travail assidu, au moyen duquel M. Dumas, retenu à Paris, a essayé de concourir, pour sa part, aux recherches que les délégués de l'Académie poursuivaient avec tant de zèle au milieu des vignobles attaqués par le Phylloxera. »

M. A. Bonabry adresse un Mémoire relatif aux inondations et aux moyens de les prévenir.

(Commissaires : MM. Morin, Belgrand, Rolland.)

M. J.-E. Abadie adresse une Note concernant un régulateur de lumière électrique.

(Commissaires : MM. Edm. Becquerel, Bréguet.)

M. Lantier adresse une nouvelle Note sur l'appareil chirurgical qu'il a soumis au jugement de l'Académie.

(Renvoi à la Commission précédemment nommée.)

M. Rothsamhausen adresse deux Notes relatives aux machines à vapeur à trois cylindres.

(Renvoi à l'examen de M. Tresca.)

M. **Fr. Kampf** adresse, par l'entremise du Ministère des Affaires étrangères, une Note relative à la direction des ballons.

(Renvoi à la Commission des aérostats.)

M. **Léon** adresse, par l'entremise de M. le Ministre de l'Instruction publique, un travail concernant le système métrique, considéré dans son application aux monnaies.

(Commissaires : MM. Dumas, Peligot.)

CORRESPONDANCE.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale, parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° Des « Recherches sur la combustion de la houille, par MM. *A. Scheurer-Kestner* et *Ch. Meunier-Dollfus* ». Ce travail est renvoyé à la Commission des Arts insalubres;

2° Un travail de MM. *Marion* et *Borretzky*, sur les Annélides du golfe de Marseille. Ce Mémoire, qui contient la description d'un nombre considérable d'espèces nouvelles, est présenté à l'Académie par M. Milne Edwards.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale à l'Académie la publication, faite par M. *F. Dümmler*, d'un résumé des travaux de l'Académie des Sciences de Berlin, de 1822 à 1872, soit réunis dans leur ensemble, soit divisés selon les diverses branches de la Science.

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la méthode de Cauchy, pour l'intégration d'une équation aux dérivées partielles du premier ordre.* Note de M. **P. Mansion**, présentée par M. Hermite.

« En introduisant, dans l'exposé de la méthode de Cauchy, pour l'intégration des équations aux dérivées partielles du premier ordre, quelques-unes des idées fondamentales de M. Lie, relatives au même sujet, on retrouve sans peine divers résultats obtenus récemment, par une voie plus longue, par MM. Mayer (1) et Darboux (2).

(1) *Mathematische Annalen*, t. III, p. 435-452.

(2) *Comptes rendus*, 1874, t. LXXIX, p. 1488-1489; 1875, t. LXXX, p. 160-164; ou *Bulletin des Sciences mathématiques et astronomiques*, t. VIII, p. 249-255.

» I. *Définition de l'intégrale d'une équation aux dérivées partielles, d'après M. Lie.* — Convenons d'appeler *point* l'ensemble des $(n+1)$ valeurs $(z_1, x_1, \ldots, x_n)$ dites *coordonnées*, et *espace à* $(n+1)$ *dimensions*, l'ensemble des points qui correspondent à toutes les valeurs possibles de ces coordonnées. Les points dont les coordonnées satisfont à $1, 2, 3, \ldots, n$ équations de la forme

$$F(z, x_1, \ldots, x_n)$$

constituent une *variété* à n, $(n-1)$, $(n-2), \ldots$, *dimensions*. Les points eux-mêmes sont dits de dimension nulle. La variété à n dimensions, dont l'équation est linéaire par rapport aux coordonnées courantes, peut être appelée *plan*. Un plan passant par un point $(z, x_1, \ldots, x_n)$ a pour équation

$$p_1(X_1 - x_1) + \ldots + p_n(X_n - x_n) = Z - z,$$

$Z, X_1, \ldots, X_n$ étant les coordonnées courantes.

» Le plan passant par un point et ce point lui-même constituent un *élément* de l'espace, déterminé par les $(2n+1)$ coordonnées :

$$z, x_1, \ldots, x_n, p_1, \ldots, p_n.$$

On peut dire symboliquement que l'espace à $(n+1)$ dimensions contient ∞^{2n+1} éléments, et qu'une équation aux dérivées partielles

$$f(z, x_1, \ldots, x_n, p_1, \ldots, p_n) = 0 \tag{1}$$

est une figure qui en contient ∞^{2n}.

» Intégrer cette équation, c'est trouver ∞^n figures contenant chacune ∞^n de ces ∞^{2n} éléments, et telles que deux éléments infiniment voisins satisfassent à la relation

$$dz = p_1 dx_1 + p_2 dx_2 + \ldots + p_n dx_n. \tag{2}$$

» II. *Méthode générale de Cauchy.* — Soient

$$x_1 = f_1, \ldots, x_{n-1} = f_{n-1}, z = f_n, p_1 = f_{n+1}, \ldots, p_n = f_{2n}, \tag{3}$$

le système intégral des $2n$ équations simultanées

$$= \frac{dx_i}{\frac{\delta f}{\delta p_1}} = \cdots = \frac{dz}{\Sigma p_i \frac{\delta f}{\delta p_i}} = \cdots = \frac{-dp_i}{\frac{\delta f}{\delta x_i} + p_i \frac{\delta f}{\delta z}} = \cdots, \tag{4}$$

$f_1, \ldots, f_n$ étant des fonctions de x_n et des valeurs initiales $x_{10}, \ldots, x_{n-1,0}$, z_0, $p_{10}, \ldots, p_{n-1,0}$ des variables, correspondant à $x_n = x_{n0}$; ces valeurs initiales avec p_{n0} sont supposées d'ailleurs satisfaire à l'équation (1). *Cauchy a démontré que les* ∞^{2n} *éléments de l'équation* (1) *sont représentés par les équations* (3).

» Pour déduire de ces équations (3) une intégrale de (1), il suffit de grouper ∞^n éléments, de manière qu'ils satisfassent à l'équation (2). Pour cela, supposons que x_{i0}, z_0, p_{i0} soient des fonctions de $(n-1)$ nouvelles variables $u_1, \ldots, u_{n-1}$. *Cauchy a prouvé que l'équation* (2) *sera vérifiée, si les valeurs initiales satisfont aux* $(n-1)$ *équations*

$$(5) \qquad \frac{dz_0}{du_i} = p_{10}\frac{dx_{10}}{du_i} + \ldots + p_{n-1,0}\frac{dx_{n-1,0}}{du_i}, \quad i = 1, 2, \ldots, (n-1).$$

» Or on peut satisfaire aisément aux équations (5) de trois manières différentes :

» 1° Supposons que les u soient identiques aux p_0, les x_0 et z_0 étant des constantes quelconques. On trouve, dans ce cas, une *intégrale complète*, si l'on élimine les p_0 entre les n premières équations (3).

» 2° Supposons les u identiques aux x_0 et faisons

$$z_0 = \varphi(x_{10}, \ldots, x_{n-1,0}), \quad p_{i0} = \frac{\partial\varphi}{\partial x_{i0}},$$

φ étant une fonction quelconque. On trouve ainsi une *intégrale générale*, en éliminant les x_0 entre les n premières équations (3).

» 3° Supposons que les u soient m des valeurs initiales $x_{10}, \ldots, x_{m0}$, et $(n-1-m)$ des valeurs initiales $p_{m+1,0}, \ldots, p_{n-1,0}$, et faisons

$$z = \varphi(x_{10}, \ldots, x_{m0}), \quad p_{10} = \frac{\partial\varphi}{\partial x_{10}}, \ldots, \quad p_{m0} = \frac{\partial\varphi}{\partial x_{m0}},$$

on trouve ainsi, par élimination des u_0 entre les n premières équations (3), une solution contenant la fonction arbitraire φ et $(n-1-m)$ constantes arbitraires $x_{m+1,0}, \ldots, x_{n-1,0}$.

» III. *Cas d'exception apparente de MM. Mayer et Darboux.* — 1° Supposons que l'on prenne pour la fonction φ, dans le second cas indiqué plus haut, une fonction contenant n constantes arbitraires. Soit, par exemple,

$$(6) \qquad z_0 = c + b_1 x_{10} + \ldots + b_{n-1} x_{n-1,0}, \quad p_{i0} = b_i.$$

On trouvera une intégrale complète, contenant les constantes $c, b_1, \ldots, b_{n-1}$, en éliminant z_0, x_{i0}, p_{i0}, entre les équations (6) et les n premières équations (3). Si l'équation (1) est homogène par rapport aux p (cas d'exception apparente de M. Mayer), la $n^{ième}$ équation (3) se réduit à $z = z_0$, ce qui simplifie beaucoup les calculs.

» 2° Posons, dans le troisième cas du n° II,

$$z_0 = c + b_1 x_{10} + \ldots + b_m x_{m0}, \quad p_{10} = b_1, \ldots, p_{m0} = b_m.$$

On trouve une intégrale complète contenant n constantes, $c, b_1, \ldots, b_m$,

$x_{m+1,0}, \ldots, x_{n-1,0}$. Cette intégrale a été signalée par M. Darboux, dans le cas où les équations (3) conduisent à *plusieurs* relations, lorsqu'on élimine les p_0.

» La méthode de Cauchy, exposée sous la forme précédente, conduit, comme on le voit, d'une manière simple à des résultats en apparence assez cachés. On peut voir le détail des raisonnements relatifs à ce mode d'exposition dans notre *Théorie des équations aux dérivées partielles du premier ordre* (*). Cet ouvrage, outre l'analyse des travaux de Cauchy et des premiers Mémoires de M. Lie, contient le résumé des recherches de Lagrange, Pfaff, Jacobi, Bour, Weiler, Clebsch, Korkine, Boole, Mayer et Serret, sur les équations aux dérivées partielles du premier ordre. »

MÉDECINE EXPÉRIMENTALE. — *De l'appartition des sels biliaires dans le sang et les urines, déterminée par certaines formes d'empoisonnements.* Note de MM. **V. Feltz** et **E. Ritter**, présentée par M. Robin.

« Dans ce Mémoire, qui sert de complément à leur travail sur l'action de la bile et de ses principes introduits dans l'organisme, les auteurs démontrent, par voie expérimentale, que les sels biliaires apparaissent dans le sang et les urines sous l'influence de certains poisons organiques ou inorganiques, administrés d'une façon déterminée.

» Les substances essayées sont : le phosphore, introduit dans l'estomac à l'état de solution dans l'huile, dans le sang dissous, dans la glycérine; le tartre stibié, administré par voie digestive et par inoculation dans le sang; l'arséniate de soude et l'acide arsénieux, ingérés dans l'estomac; enfin les substances septiques, injectées dans le système nerveux.

» L'administration de ces poisons a été faite de façon à maintenir les animaux le plus longtemps possible sous l'influence du poison.

» Les quantités des sels biliaires jugées par la réaction de Pettenkoffer sont loin d'être les mêmes dans les différents modes d'intoxication; à peine sensibles dans les empoisonnements par le phosphore, elles vont en augmentant dans les empoisonnements *septiques lents*, les intoxications par le tartre stibié, l'arséniate de soude et l'acide arsénieux.

» La présence des sels biliaires dans les urines implique, d'une façon certaine, la contamination du sang; ce n'est guère, en effet, que vingt-quatre

(*) Paris, Gauthier-Villars, 1875.

heures après leur apparition dans le sang qu'on décèle dans les urines les acides de la bile.

» Les auteurs, cherchant à expliquer le pourquoi de la viciation du sang par les sels biliaires, dans les différents cas qu'ils viennent de citer, n'admettent pas que ce soit par action directe de l'agent toxique employé; car, dans les empoisonnements suraigus et même aigus, le phénomène manque presque toujours. Pour qu'il ait lieu, il faut que l'influence de la substance toxique soit relativement longue et maintenue à un certain degré d'intensité, sans atteindre brusquement les limites mortelles. Dans ces conditions spéciales, on sollicite du côté de l'organisme toutes les forces d'élimination, qui ne sont autres que les sécrétions et les excrétions exagérées. Les analyses de la bile ont démontré aux auteurs que c'est surtout du côté du foie que se fait sentir l'effort d'expulsion du toxique. La supersécrétion biliaire ainsi déterminée, salutaire dans le sens de l'élimination du poison, peut devenir et devient un danger, lorsque le flux sollicité est trop abondant pour se déverser rapidement au dehors; la stagnation relative dans l'organe sécréteur amène la résorption de la bile et, par conséquent, la possibilité d'une intoxication par les sels biliaires. »

M. Ch. Sainte-Claire Deville communique l'extrait suivant d'une Lettre écrite de Santorin par M. *F. Fouqué*, qui s'est rendu pour la troisième fois dans cette île, accompagné cette fois de M. de Cessac, jeune savant, déjà honorablement connu par un voyage aux îles du cap Vert :

« 10 *octobre*. — Excursion au volcan. Je m'occupe de recueillir les gaz. M. de Cessac est venu avec moi. Nous allons coucher dans le principal cratère. Les fumerolles sont très-abondantes. Il n'y en a pas, à la vérité, au fond des cratères; mais tout le pourtour des cavités en est rempli. Quelques-unes sont incandescentes. J'en ai recueilli le gaz, qui me paraît différer très-peu de l'air ordinaire, sous le rapport de la composition chimique. J'ai essayé aussi de condenser les vapeurs qui s'en dégagent, mais je n'ai rien obtenu dans l'appareil condensateur, pas même la plus petite gouttelette d'eau. Ce sont bien des *fumerolles sèches* à très-haute température, telles que M. Deville les a décrites. Le gaz qu'elles fournissent n'exerce aucune action sur les papiers à réactifs. Ces fumerolles ne déposent aucune matière solide en arrivant au contact de l'atmosphère. Les pierres entre lesquelles s'échappe le gaz très-chaud sont noires et sans aucune altération apparente.

» Les fumerolles les plus abondantes sont celles qui fournissent de l'acide sulfureux, de l'acide chlorhydrique et de l'acide carbonique. Les fumerolles les plus chaudes, parmi celles-ci, sont aussi les plus riches en acide chlorhydrique; mais, dans toutes, l'acide carbonique est très-abondant. J'ai recueilli les gaz de l'une d'elles, qui possédait une température de 310 degrés. Cependant, dans la plupart, la température dépasse peu 100 degrés. On la

trouve souvent de 110 à 150 degrés. Les fumées qui en proviennent sont blanches, au lieu d'être incolores comme celles des fumerolles sèches; elles sont plus ou moins acides. Elles ont fortement altéré les roches qu'elles ont traversées; elles les ont blanchies superficiellement et revêtues d'un enduit composé de chlorure et d'oxyde de fer, de sulfates parmi lesquels domine le sulfate de chaux imprégné d'acide sulfurique libre. Souvent le sulfate de chaux est presque pur, de telle sorte que plusieurs portions de la cime du cône sont couvertes d'un dépôt d'une éclatante blancheur; on croirait voir une nappe de fins cristaux d'une neige fraîchement tombée.

» Les fumerolles de la troisième catégorie sont très-faiblement acides. Leur température est comprise entre 90 et 99 degrés; jamais elle n'atteint 100 degrés. L'acide carbonique et l'hydrogène sulfuré, avec la vapeur d'eau, en sont les éléments principaux. La fumée de ces évents est blanche, assez épaisse. Le dépôt qu'elles forment est du soufre cristallisé, souvent associé à du sulfate de chaux et avec de petites quantités de chlorure et d'oxyde de fer. Ces fumerolles sont très-nombreuses.

» 11 *octobre*. — Au commencement de la nuit dernière, nous avons fait, avant de nous coucher, une excursion au clair de lune, au milieu des fumerolles. Parmi les fumerolles sèches, deux étaient en pleine incandescence. L'une d'elles couvre un espace de 6 mètres sur 3. Toute cette surface était lumineuse. A plus de 60 mètres, on distinguait la clarté du foyer; nous nous en sommes approchés. C'était un spectacle curieux que celui de cette fournaise ardente. Le guide s'est mis à remuer les cailloux incandescents avec une pioche; on aurait cru qu'il bouleversait un tas de charbons embrâsés. Du reste, pas traces de flammes, pas plus dans cette fumerolle que dans les autres. »

La séance est levée à 4 heures et demie. J. B.

BULLETIN BIBLIOGRAPHIQUE.

Ouvrages reçus dans la séance du 26 octobre 1875.

(suite.)

Leçons sur la physiologie et l'anatomie comparée de l'homme et des animaux, faites à la Faculté des Sciences de Paris; par M. H.-Milne Edwards; t. XI, 2e partie : *Système nerveux, sensibilité*. Paris, G. Masson, 1875; in-8°.

Précis d'hygiène privée et sociale; par A. Lacassagne. Paris, G. Masson, 1876; 1 vol. in-18.

Recherches critiques et histologiques sur la terminaison des nerfs dans la conjonctive; par F. Poncet. Sans lieu ni date; br. in-8°. (Présenté par M. Larrey pour le Concours Montyon, Médecine et Chirurgie, 1875.)

Nature des virus. Détermination expérimentale des éléments qui constituent le principe virulent dans le pus varioleux et le pus morveux; par A. CHAUVEAU. Paris, Gauthier-Villars, 1868; opuscule in-4°.

Nature du virus vaccin. Nouvelle démonstration de l'inactivité du plasma de la sérosité vaccinale virulente; par M. A. CHAUVEAU. Paris, Gauthier-Villars, 1868; opuscule in-4°.

Nature du virus vaccin. Détermination expérimentale des éléments qui constituent le principe actif de la sérosité vaccinale virulente. Paris, Gauthier-Villars, 1868; opuscule in-4°.

Appareils et expériences cardiographiques, etc.; *par* MM. A. CHAUVEAU et MAREY. Paris, J.-B. Baillière et fils, 1863; in-4°.

A. CHAUVEAU, A. VIENNOIS, P. MEYNET. *Vaccine et Variole, etc.* Paris, P. Asselin, 1865; br. in-4°.

Théorie de la contagion médiate ou miasmatique appelée encore infection; *par* M. A. CHAUVEAU. Paris, Gauthier-Villars, 1868; br. in-4°.

Nécrobiose et gangrène. Étude expérimentale sur les phénomènes de mortification et de putréfaction qui se passent dans l'organisme animal vivant; par M. A. CHAUVEAU. Paris, typ. Renou et Maulde, 1873; br. in-4°.

Transmission de la tuberculose dans les voies digestives; par M. A. CHAUVEAU. Lyon, imp. Pitrat, 1874; br. in-8°.

Utilisation de la tension électroscopique des circuits voltaïques, etc.; par M. A. CHAUVEAU. Lyon, imp. Pitrat, 1874; br. in-8°.

(Ces ouvrages sont adressés par M. Chauveau, avec diverses pièces manuscrites, au Concours Lacaze, Physiologie.)

Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche, pubblicato da B. BONCOMPAGNI; t. VII : *indici degli articoli e dei nomi;* t. VIII, marzo, aprile, maggio. Roma, 1875; 4 liv. in-4°. (Présenté par M. Chasles.)

Notice sur la vie et les travaux de Rodolphe-Frédéric-Alfred Clebsch; par M. P. MANSION. Rome, 1875; in-4°. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Intorno alla vita ed ai lavori del P. Paolo Rosa, della Compagnia di Gesu. Cenni del Francesco MARCHETTI. Roma, 1875; in-4°. (Extrait du *Bullettino di Bibliografia e di Storia delle Scienze matematiche e fisiche.*)

Almanaque nautico para 1877, calculado de orden de la superioridad en el Observatorio de Marina de la ciudad de San-Fernando. Barcelona, N. Ramirez, 1876; in-8°.

Reasons suggestive of mining on physical principles for gold and coal. Melbourne, Walker, May et C°, 1875; br. in-18.

Departement of the Interior. Report of the United-States geological survey of the territories F.-V. HAYDEN ; vol. VI. Washington, Government printing Office, 1874; 1 vol. in-4°, relié. (2 exemplaires.)

Washington Observations for 1873. Appendix I : *The Uranian and Neptunian systems, investigated with the* 26 *inch equatorial of the United-States naval Observatory; by* Simon NEWCOMB. Washington, Government printing Office, 1875; in-4°.

Annual Report of the United-States geological and geographical Survey of the territories embracing Colorado, being a report of progress of the exploration for the year 1873; *by* F.-V. HAYDEN. Washington, Government printing Office, 1874; in-8°, relié.

United-States Commission of fish and fisheries; part II : *Report of the Commissioner for* 1872 *and* 1873. Washington, Government printing Office, 1874; in-8°, relié.

Miscellaneous Publications; n° 3 : *Birds of the northwest : a hand-book of the Ornithology, etc.; by* ELLIOTT-COUES. Washington, Government printing Office, 1874; in-8°, relié.

Annual Report of the board of regents of the Smithsonian Institution, etc. Washington, Government printing Office, 1874; in-8°, relié.

Annales Academici CIƆIƆCCCLXX-CIƆIƆCCCLXXI. Lugduni-Batavorum, 1875; in-4°.

ERRATA.

(Séance du 26 octobre 1875.)

Page 711, 1[re] ligne de la note, *au lieu de* répartis en douze groupes, *lisez* répartis en trente-six groupes.

Page 745, ligne 26, *au lieu de c, lisez b.*

Page 746, ligne 14, *au lieu de* même étoile (*c*) que pour la planète Perrotin (voir ci-dessus), *lisez* (*c*) (voir ci-dessus).

DATES.	BAROMÈTRE A MIDI réduit à zéro.	THERMOMÈTRES du jardin. Minima.	Maxima.	Moyenne.	Moyenne vraie.	Écart de la normale.	ACTINOMÈTRE.	THERMOMÈTRE ÉLECTRIQUE à 20 mètres.	THERMOMÈTRES du sol. Surface.	à 0m,20.	à 1m,00.	TENSION DE LA VAPEUR.	ÉTAT HYGROMÉTRIQUE.	UDOMÈTRE (à 1m,80).	ÉVAPOROMÈTRE.	ÉLECTRICITÉ ATMOSPHÉRIQUE.	OZONE.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
	mm	o	o	o	o	o		o	o	o	o	mm		mm	mm		
1	758,3	7,1	19,5	13,3	12,8	-1,2	32,5	12,9	13,0	15,6	17,1	8,9	82	″	1,5	54	8,5
2	751,3	9,5	17,0	13,3	11,9	-2,0	24,2	11,5	10,5	15,2	16,9	8,4	80	2,9	1,5	54	15,0
3	757,3	5,6	16,4	11,0	11,2	-2,6	25,7	11,0	10,8	14,4	16,7	8,9	90	3,6	1,0	26	16,0
4	754,8	10,7	18,1	14,4	16,1	2,4	8,1	16,4	15,6	14,9	16,4	12,2	90	1,0	1,0	11	16,0
5	760,7	14,5	19,5	17,0	16,7	3,2	9,3	16,5	16,4	15,8	16,2	12,4	88	0,1	0,9	11	13,0
6	768,7	9,5	17,0	13,3	11,1	-2,3	36,9	10,9	8,5	15,7	16,1	7,8	81	0,2	2,6	70	4,5
7	767,5	4,8	17,9	11,4	11,1	-2,1	31,7	11,1	10,3	14,7	16,1	7,9	82	″	1,4	60	3,0
8	759,1	5,8	17,3	11,6	11,1	-1,9	39,4	11,1	10,4	14,4	15,9	8,4	86	″	1,0	24	4,0
9	750,0	9,2	15,3	12,3	10,0	-2,8	9,3	10,0	8,9	14,2	15,7	8,6	93	5,3	0,5	1	11,0
10	755,5	3,1	15,2	9,2	8,0	-4,6	43,5	7,3	8,4	13,0	15,5	6,5	82	″	1,1	37	6,0
11	740,8	5,7	15,2	10,5	9,8	-2,6	22,3	9,9	9,9	12,3	15,3	8,4	92	19,5	0,5	14	10,0
12	740,7	4,1	12,1	8,1	6,1	-6,1	27,4	6,5	5,2	11,8	15,0	6,3	90	0,9	0,7	25	15,5
13	732,3	2,0	7,9	5,0	6,1	-5,8	7,7	5,8	5,7	10,7	14,6	6,5	92	15,4	0,2	23	8,5
14	733,3	5,9	11,9	8,9	8,7	-3,0	15,4	8,5	8,6	10,4	14,3	6,7	80	0,2	2,7	48	4,5
15	741,4	6,2	10,0	8,1	7,7	-3,8	6,3	7,2	8,0	10,8	13,9	7,2	92	1,2	0,3	28	9,5
16	748,4	6,7	15,1	10,9	9,0	-2,3	34,5	9,7	9,0	11,2	13,7	7,4	87	″	0,7	21	5,0
17	751,7	1,9	16,5	9,2	8,9	-2,1	20,2	8,9	8,3	11,1	13,5	7,4	88	″	0,7	31	8,5
18	749,9	5,5	13,9	9,7	10,0	-0,8	11,4	10,0	9,5	11,3	13,4	8,2	88	0,0	0,8	22	0,0
19	748,3	7,9	17,4	12,7	12,8	2,2	12,1	12,7	12,6	11,7	13,3	10,1	91	1,0	0,5	21	0,0
20	741,8	12,1	14,3	13,2	12,1	1,7	5,2	12,5	11,5	12,7	13,2	10,1	96	15,0	0,3	9	9,5
21	748,0	8,3	17,3	12,8	11,2	0,9	25,3	11,3	10,2	12,5	13,2	9,2	93	1,5	0,8	14	15,0
22	746,2	5,1	17,7	11,4	10,8	0,7	30,8	10,4	10,8	12,3	13,3	8,7	91	2,2	0,8	12	16,0
23	741,7	8,2	14,5	11,4	8,8	-1,2	22,1	9,2	6,9	12,1	13,2	7,2	85	1,7	0,8	17	12,0
24	753,6	4,9	8,4	6,7	5,0	-4,8	4,8	5,4	3,7	10,6	13,2	5,9	90	″	0,8	28	0,0
25	760,8	1,2	10,8	6,0	5,2	-4,5	21,7	5,9	4,7	9,6	13,0	5,7	87	″	0,6	18	3,0
26	758,6	-0,3	9,8	4,8	4,4	-5,1	29,1	4,1	4,2	9,0	12,7	4,8	78	″	1,0	15	0,0
27	748,0	3,0	non atteint	6,4	6,3	-3,1	3,4	6,4	6,2	8,6	12,3	6,9	93	4,5	0,3	19	0,0
28	750,3	(a)	12,0	»	9,8	0,6	6,9	9,6	9,3	9,6	12,1	8,5	94	0,2	0,2	17	5,5
29	754,5	6,6	7,6	7,1	6,6	-2,4	4,6	6,2	6,3	9,9	11,9	6,6	89	0,2	0,5	36	0,0
30	753,4	1,0	10,1	5,6	4,6	-4,2	24,7	4,6	4,5	9,2	11,8	5,6	88	0,0	0,6	- 7	0,0
31	751,2	3,7	9,1	6,4	6,8	-1,8	7,6	6,6	6,5	9,0	11,7	6,7	90	0,3	0,5	15	2,5

(6) La température normale est déduite de la courbe rectifiée des températures moyennes de soixante années d'observations. — (8) Moyennes des cinq observations. — Les degrés actinométriques sont ramenés à la constante solaire 100.
— (7) (9) (10) (11) (12) (13) (16) Moyennes des observations trihoraires.
(a) La marche de la température est continuellement ascendante.

MAGNÉTISME TERRESTRE (moyennes diurnes).				VENTS à 20 mètres.					
Déclinaison. (18)	Inclinaison. (19)	Intensité horizontale. (20)	Intensité totale. (21)	Direction moyenne (22)	Vitesse moyenne en kilomètres à l'heure. (23)	Pression moyenne en kilogrammes par mètre carré. (24)	DIRECTION DES NUAGES. (25)	NÉBULOSITÉ (0 à 10). (26)	REMARQUES.
° ′	° ′				km	kg			
17.21,0	»	1,9309	»	SW	8,2	0,63	SSW à NW	5	Rosée le matin.
* 21,0	»	9298	»	SW	19,8	3,69	W à S	7	Gouttes de pluie l'après-midi.
20,0	»	9296	»	SSW	14,5	1,98	NW à SW	10	Rosée le matin; pluie le soir.
21,3	»	9310	»	WSW	23,2	5,07	W	8	Temps de bourrasques et const. pluvieux.
»	»	9288	»	WSW	15,1	2,15	WSW	10	Continuellement pluvieux.
* 22,7	»	9273	»	NW	10,7	1,08	NW	2	Pluvieux avant le jour; rosée le soir.
20,9	(A)	9273	»	WNW	4,0	0,15	NW	5	Rosée matin et soir.
21,9	65.37,8	9294	4,6559	Var. puis SE	9,7	0,89	SW ¼ W *k*	3	Rosée matin et soir.
22,3	37,6	9278	6514	SSE à W	14,6	2,01	SSW	7	Rosée et pluie le jour.
* 21,2	37,5	9280	6516	SSW	9,0	0,76	W ¼ SW	4	» »
21,7	38,2	9278	6533	SSW	19,3	3,51	W ¼ SW	10	Constam. pluvieux; fortes averses le soir.
* 20,3	38,3	9270	6507	SW	13,7	1,77	WSW	5	Rosée matin et soir; pluvieux l'après-midi.
* 20,9	* 38,7	9315	6529	SE à NE	21,4	4,31	ESE	10	Constamment pluvieux; rafales de N.-E.
* 22,1	* 37,7	9280	6521	NNW	20,1	3,81	N à W	10	Temps brumeux; pluvieux le soir.
* 21,4	39,3	9266	6537	SE puis W	6,5	0,40	NNW	10	Brouillards et bruine.
20,9	38,2	9277	6530	W	5,8	0,32	N à W	5	Rosée le soir.
21,8	38,7	9270	6519	SE	8,0	0,60	SSE	7	Brouillards le matin; rosée le soir.
21,4	38,5	9263	6504	E	11,2	1,18	SW	9	Gouttes de pluie durant la soirée.
21,7	38,5	9267	6514	E	9,7	0,89	SSW	9	Petites pluies par intervalles le jour.
20,6	38,2	9249	6462	S	16,5	2,57	S	8	Pluvieux avant le jour et le soir.
* 21,6	38,5	9247	6468	S	15,3	2,21	SSW	6	Pluie le soir et éclairs. [avec éclairs.
21,6	38,4	(B)	»	S	11,5	1,25	SSW	5	Brouil. le mat.; pluv. après-midi et le soir,
20,9	38,0	»	»	SW	10,9	1,12	SW	4	Pluvieux avant le jour; rosée le soir.
20,2	38,3	»	»	N	13,9	1,82	NNW	7	Rosée le soir; gelée blanche.
21,1	»	»	»	E	4,2	0,17	NNE	6	Brumeux; gelée blanche le m.; rosée le s.
20,8	36,8	»	»	E	13,8	1,79	NW	5	Gelée blanche le matin.
22,1	38,2	»	»	SE	»	»	S	9	Pluvieux le jour et brouillards le soir.
* 21,9	36,9	»	»	SE	6,9	0,45	SW à E	9	Continuellement, mais faibl. pluvieux.
20,5	37,1	»	»	ENE	9,0	0,76	NE	10	Gouttes de pluie av. le jour; bruine le soir.
21,0	37,1	»	»	E	8,3	0,65	NW *k*	5	Rosée le matin; pluvieux le soir.
21,4	37,5	»	»	ENE	5,9	3,28	»	10	Gouttes de pluies par intervalles.

(18 à 21) * Perturbations. (18, 19) Valeurs déduites des mesures absolues prises sur la fortification. (20, 21) Valeurs déduites es mesures absolues faites au pavillon magnétique. (A) Nouvelle boussole de Brünner donnant directement les variations d'inclinaison. — (B) Interruption accidentelle.

(22) (25) Le signe W indique l'ouest, conformément à la décision de la Conférence internationale de Vienne.

(23) Vitesses maxima : les 2, 3 et 4, de 37 à 38 kilom.; le 11, $51^{km},5$; les 13 et 14, de 35 à 36 kilom.

(25) La lettre *k* désigne les cirrhus dont la direction, quand ils sont visibles, est donnée de préférence à celle des utres nuages.

MOYENNES HORAIRES ET MOYENNES MENSUELLES (Octobre 1875).

		6h M.	9h M.	Midi.	3h S.	6h S.	9h S.	Minuit.	Moyennes.
Déclinaison magnétique	17° +	18′,6	19′,4	26′,6	24′,5	21′,5	18′,3	18′,9	17°.21′,4
Inclinaison » (du 8 au 31)....	65° +	38,2	38,9	38,1	38,2	37,9	38,1	37,8	65.38,0
Force magnétique totale (du 8 au 21)....	4,+	6503	6500	6530	6549	6538	6518	6492	4,6516
Composante horizontale (du 1er au 21)..	1,+	9271	9261	9285	9293	9290	9278	9271	1,9280
Électricité de tension (1)		22	20	41	41	14	15	22	25
Baromètre réduit à 0°		mm 751,02	mm 751,24	mm 750,91	mm 750,53	mm 751,05	mm 751,25	mm 751,11	mm 751,02
Pression de l'air sec		743,72	743,20	742,57	742,35	742,98	743,25	743,38	743,16
Tension de la vapeur en millimètres		7,30	8,04	8,34	8,18	8,07	8,00	7,73	7,86
État hygrométrique		95,5	87,4	77,0	75,7	85,9	89,6	93,3	87,9
Thermomètre du jardin		6°,97	9°,85	12°,37	12°,49	10°,04	9°,11	8°,12	9°,38
Thermomètre électrique à 20 mètres		6,83	9,70	11,76	12,22	10,20	9,33	8,49	9,32
Degré actinométrique		0,43	33,72	36,30	26,51	0,05	»	»	19,40
Thermomètre du sol. Surface		6,05	10,51	14,34	12,76	8,44	7,72	6,49	8,83
» à 0m,02 de profondeur		9,63	9,92	11,25	11,82	11,27	10,72	10,22	10,59
» à 0m,10 »		10,84	10,59	10,97	11,54	11,72	11,51	11,22	11,19
» à 0m,20 »		12,07	11,89	11,79	11,99	12,21	12,27	12,24	12,08
» à 0m,30 »		12,07	11,96	11,86	11,86	11,97	12,62	12,04	11,99
» à 1m,00 »		14,29	14,26	14,25	14,22	14,21	14,18	14,16	14,23
Udomètre à 1m,80		mm 8,6	mm 7,0	mm 10,8	mm 20,5	mm 12,4	mm 11,5	mm 6,1	mm t. 76,9
Pluie moyenne par heure		1,43	0,23	3,60	6,83	4,13	3,83	2,03	»
Évaporation moyenne par heure (2)		0,01	0,03	0,06	0,08	0,06	0,02	0,02	t. 26,8
Vitesse moy. du vent en kilom. par heure		11,10	11,28	13,59	14,47	12,51	10,84	11,60	12,06
Pression moy. du vent en kilog. par heure		1,16	1,20	1,74	1,98	1,47	1,11	1,27	1,37

Moyennes horaires.

Heures.	Déclinais.	Pression.	Température à 2m.	Température à 20m.	Heures.	Déclinais.	Pression.	Température à 2m.	Température à 20m.
1h matin....	17°.20′,9	mm 751,10	7°,34	7°,64	1h soir......	17°.26′,8	mm 750,10	12°,80	12°,20
2 »	22,7	51,08	6,57	6,72	2 »	25,9	50,08	12,87	12,40
3 »	23,5	51,07	6,04	6,03	3 »	24,5	50,07	12,50	12,21
4 »	22,8	51,04	5,92	5,79	4 »	23,2	50,04	11,76	11,69
5 »	20,8	51,01	6,27	6,09	5 »	22,3	50,01	10,87	10,95
6 »	18,6	51,02	6,97	6,83	6 »	21,5	51,02	10,05	10,19
7 »	17,2	51,09	7,89	7,79	7 »	20,7	51,09	9,49	9,65
8 »	17,5	51,20	8,88	8,79	8 »	19,5	51,20	9,20	9,37
9 »	19,4	51,24	9,86	9,71	9 »	18,3	51,24	9,12	9,33
10 »	22,2	51,19	10,81	10,48	10 »	17,5	51,19	9,03	9,32
11 »	24,9	51,09	11,66	11,18	11 »	17,7	51,09	8,72	9,06
Midi.........	26,6	51,91	12,37	11,77	Minuit.......	18,9	51,91	8,13	8,49

Thermomètres de l'abri (moyennes du mois.)

Des minima........... 6°,8 Des maxima........ 13°,9 Moyenne.............. 10°,3

Thermomètres de la surface du sol.

Des minima.... .... 4°,5 Des maxima......... 19°,3 Moyenne.... .... 11°,9

Températures moyennes diurnes par pentades.

1875.	Sept. 28 à Oct. 2... 12°,7	Oct. 8 à 12... 9°,0	Oct. 18 à 22... 11°,4
	Oct. 3 à Oct. 7... 13,2	» 13 à 17... 8,1	» 23 à 27... 5,9

(1) Unité de tension, la millième partie de la tension totale d'un élément Daniell pris égal à 28 700.
(2) En centièmes de millimètre et pour le jour moyen.